Unterrichten mit MecLab®



Technik für
allgemeinbildende
Schulen

Festo Didactic
562070 DE

Bestell-Nr.: 562070
Stand: 12/2007
Autoren: A. Hüttner, R. Pittschellis, M. Klaus, M. Hübsch, M. Striegel, T. Lust, J. Schwarz
Redaktion: F. Ebel
Grafik: D. Schwarzenberger
Layout: 02/2008, F. Ebel

Internet: www.festo-didactic.com
e-mail: did@festo.com

Hinweis
Soweit in dieser Broschüre nur von Lehrer, Schüler etc. die Rede ist, sind selbstverständlich auch Lehrerinnen, Schülerinnen etc. gemeint. Die Verwendung nur einer Geschlechtsform soll keine geschlechtsspezifische Benachteiligung sein, sondern dient nur der besseren Lesbarkeit und dem besseren Verständnis der Formulierungen.

Inhalt

1 Einleitung und didaktische Begründung

Im Wissenszeitalter gewinnt die Automatisierungstechnik als ein wichtiger Teilbereich der Technikwissenschaften zunehmend an Bedeutung. Sie ist als technisch-wissenschaftliche Errungenschaft Ausdruck des kreativen Denkens und Handelns von Technik- und Naturwissenschaftlern. Die Automatisierungstechnik verändert nachhaltig die Arbeits- und Lebensbedingungen der Menschen, indem sie eine hohe Produktivität der Arbeit sowie eine kontinuierliche Qualität der Erzeugnisse sichert und zugleich die permanent wachsenden Bedürfnisse der Menschen an technischem Know-how befriedigt. Dies gilt in gleichem Maße für die berufliche wie die private Lebenssphäre.

Als technischer Wissenschaftsbereich bündelt die Automatisierungstechnik Erkenntnisse nahezu aller anderen technischen Einzelwissenschaften. Ohne wissenschaftliche Grundlagen aus der Elektrotechnik, dem Maschinenbau, der Verfahrenstechnik und der Informationstechnik, um nur einige Beispiele zu nennen, könnte sich ein so hochgradig interdisziplinär ausgerichteter Forschungsbereich kaum angemessen entwickeln.

Täglich werden Menschen aller Altersgruppen mit automatisierten technischen Systemen konfrontiert. Sie nutzen Rolltreppen, beobachten die automatischen Türöffner, erleben den Warentransport an der Kasse eines Supermarktes oder bedienen Geldautomaten. Automatisierungstechnik ist in diesem Sinne ubiquitär. Jedermann ist privat wie beruflich regelmäßig, direkt oder indirekt, mit der zweckgerichteten Auswahl, Nutzung sowie der Bewertung und Beurteilung automatisierter Systemen konfrontiert.

Die Ziele einer zukunftsorientierten, allgemeinen technischen Bildung müssen deshalb stärker als bisher darauf ausgerichtet werden.

Bestimmende Ziele sind:
- Förderung des impliziten und expliziten Wissens über automatisierte Systeme,
- Entwicklung von Fertigkeiten und Fähigkeiten zur Nutzung automatisierter Systeme,
- Stärkung der Handlungsfähigkeiten in Bezug auf zweckentsprechende Auswahl, funktionssichere Inbetriebnahme sowie sorgfältige Wartung automatisierter technischer Systeme.

Gerade die Komplexität der Automatisierungstechnik macht die Bestimmung von Bildungsinhalten für einen allgemeinbildenden, vorberuflichen Technikunterricht schwierig und wichtig zugleich. Innovationen, die für jede Volkswirtschaft unerlässlich sind, bedürfen in erster Linie der Kreativität technisch gebildeter Menschen, die flexibel und vor allem positiv auf die sich stetig weiterentwickelnde Technik eingestellt sind. Hieraus erwachsen besondere Anforderungen an eine allgemeine Technikbildung. Sie muss technische Bildungsinhalte auswählen und bereitstellen, die dem Schüler helfen, Technik zu begreifen und mit Technik umzugehen.

Der Mensch soll sich rechtzeitig auf die sich permanent verändernden Bedingungen der Berufs- und Arbeitswelt einstellen und entsprechende Kompetenzen erwerben. Dies findet bei den meisten Menschen erst während der Berufsausbildung statt. Grundeinstellungen werden jedoch bedeutend früher angelegt und erworben. Deshalb kommt dem allgemeinbildenden Technikunterricht sowie der Technikbildung im Rahmen der Arbeitslehre oder innerhalb fachübergreifender Projekte eine besondere Bedeutung zu. Moderne Didaktik geht dabei immer vom Entwicklungsstand des Lernenden aus und holt ihn dort quasi ab.

Vorberufliche Technikbildung steht in einem engen Kontext mit anderen Unterrichtsfächern, die die Technik theoretisch begründen helfen, ihre Strukturzusammenhänge aufdecken, sie nutzen und ihre Verwertbarkeit transparent machen.

Die Ziele einer vorberuflichen Technikbildung können daher wie folgt formuliert werden:
- Vermittlung des Wesens der Technik als ein vom Menschen geschaffenes Instrument, das Naturgesetze erschließt, anwendet und real neben den Naturmächten existiert,
- Förderung des Verständnisses von Technik als kreative Leistung der Menschen in ihren Wirkungszusammenhängen mit ökonomischen, ökologischen und sozialen Bedürfnissen, Erfordernissen und Zwängen.
- Ermutigung der Lernenden zur Aneignung und Anwendung von Technik,
- Schaffung von förderlichen Bedingungen für ein kreatives Denken und Handeln beim Umgang mit Technik,
- Unterstützung der Individualentwicklung junger Menschen, ausgerichtet auf Mündigkeit im Allgemeinen und auf technische Mündigkeit im Besonderen,
- Eröffnung von Zugängen zu ganzheitlichem Handeln (selbstständiges Planen, Durchführen, Kontrollieren, Bewerten) bei der Erkundung, Schaffung (Konstruieren, Fertigen, Anwenden) und Aneignung der Technik.

Orientierung vorberuflicher Technikbildung an neuesten Erkenntnissen der Lern-Psychologie:
- Initiierung von vernetztem, ganzheitlichem und kreativem Denken,
- Reflexion der Zusammenhänge von Lernen und Arbeiten als Voraussetzung für die Aneignung und Weiterentwicklung der Technik,
- Entfaltung der schöpferischen Kräfte der Menschen zur multivalenten Nutzung von Technik in ihrem ökonomischen, ökologischen und sozialen Bezugssystem.

Inhaltliche Kriterien eines vorberuflichen Technikunterrichts

- Die Inhalte sind möglichst auf die Lebenswelt der Lernenden auszurichten. Dabei müssen die Trends der durch Technik hervorgebrachten tief greifenden Veränderungen in allen Bereichen der Gesellschaft sowie in der privaten Lebenssphäre der Menschen aufgezeigt werden,
- Inhalte sind so zu gestalten, dass die Lernenden die Möglichkeit erhalten, mit Technik zu operieren, ihre Wirkungen und Funktionen zu erkunden und im Umgang mit Technik ihre eigenen Fähigkeiten zu entdecken.

Die Automatisierungstechnik gehört zu den wissenschaftlich anspruchsvollen, da sehr komplexen Lerninhalten innerhalb eines Technikcurriculums der allgemeinbildenden Schule. Zu ihrer Vermittlung und Aneignung reichen Lehrervorträge und multimediale Unterrichtseinheiten nicht aus. Die Einbeziehung von Fachexperten in die Unterrichtsarbeit oder die Durchführung von Betriebsbesichtigungen als "Brücken zur Praxis" greift ebenfalls zu kurz.

Vielmehr muss den Lernenden die Möglichkeit geboten werden, aktiv mit automatisierten technischen Systemen unmittelbar umzugehen, das Zusammenwirken von Teilsystemen bzw. Bauteilen zu beobachten und zu erkennen sowie diese montieren und demontieren zu können. Es geht darum, ein Lernen mit allen Sinnen zu erfahren. Dazu können komplexe Modelle als enaktive, also realitätsnahe Medien im Unterricht eingesetzt werden. Sie vermitteln Informationen, repräsentieren die Wirklichkeit, sind Kommunikationsmittel und ermöglichen handlungsaktives, selbstständiges und kooperatives Lernen. Modelle holen die Praxis in die Schule.

Das von Festo Didactic entwickelte Lehr- und Lernsystem MecLab® mit seinen Teilsystemen Stapelmagazin, Transportband und Handling zielt darauf ab, die Lernenden mit automatisierten technischen Systemen vertraut zu machen. Es simuliert die Automatisierungspraxis realitätsnah. Durch seinen Zuschnitt auf Lernzwecke kann von einem Lern-Mediensystem gesprochen werden. Seine drei jeweils eigenständigen, aber auch im Verbund zu betreibenden Teilsysteme (Stapelmagazin, Transportband, Handling) können als exemplarische Lern-Medien-Komplexe verstanden werden. Sie vereinen das überwiegend reproduktive Lernen eines Demontageobjekts mit dem überwiegend produktiven Lernen eines Fertigungsobjekts.

Baukästen sind einsetzbar, um Modelle zu gestalten. Dabei steht die Synthese im Vordergrund. Modelle, die zerlegbar sind und durch Umbau und Modifikation durch die Schüler unterschiedlichen Anforderungen angepasst werden können, wie es beim MecLab® System der Fall ist, sind sowohl zur Analyse als auch zur Synthese technischer Systeme nutzbar. Im Falle der Analyse wandelt sich das Modell in einen Baukasten, dessen Teile für die Rückführung zum Modell verwendbar sind.

MecLab® ist ein modulares Lehr- und Lernsystem im Medienverbund. Es wird ergänzt durch

- Computersoftware,
- Videoaufzeichnungen,
- technische Zeichnungen,
- Schemata von Stoff-, Energie- und Informationsflüssen.

Nahezu zwingend lassen sich beim Einsatz von MecLab® oder seiner Teile Theorie-Praxis-Verknüpfungen erschließen. Theorien, verstanden als Einzelaussagen und Aussagensysteme, Hypothesen, Thesen, Prämissen, Prinzipien, Regeln und Gesetze, erlangen ihre Bildungswirksamkeit nicht zuletzt durch Aufdecken ihrer praktischen Verwertbarkeit. Theorien der Technikwissenschaften finden ihre Entsprechung in der Mannigfaltigkeit ihrer Vergegenständlichung. Praxis ist allgemein gefasst Technik in ihrer Anwendungsvielfalt.

Theorie-Praxis-Verknüpfungen können einerseits gestützt auf erworbenes Theoriewissen die Schüler zur Praxis hinführen oder andererseits Praxisanwendungen analytisch erschließen und von hier ausgehend deren theoretische Grundlagen nachweisen. Sie sind methodisch variantenreich gestaltbar. Wichtig ist, dass Schüler die Praxis nicht allein durch Beschreibungen oder an Hand von Bildern kennen lernen, sie müssen sie vielmehr als Realpraxis oder deren Repräsentationen in Besitz nehmen, erleben und hierbei das Problemlösen üben.

Mit MecLab® können sowohl praktische als auch theoretische Lerninhalte der Automatisierungstechnik erschlossen werden, z.B.:

- Arten von Steuerungen
- Grundlagen von Sensoren
- Funktionszusammenhänge von Sensoren und Antrieben im technischen System
- Logische Grundfunktionen
- Elementare Grundlagen der Programmierung automatisierter Systeme
- Ökonomische und ökologische Folgen der Automatisierung von technischen Prozessen für die Gesellschaft und das Individuum, usw.

MecLab® ist ein anspruchsvolles, aber auch sehr anschauliches technisches System, das vor allem in den technisch orientierten Unterrichtsfächern der Klassenstufen 9 und 10 an Hauptschulen, Realschulen und Gymnasien eingesetzt werden soll. Grundkenntnisse über Fertigungs-, Maschinen-, Elektro- und Informationstechnik sind dabei hilfreich, aber nicht notwendig. Alle notwendigen Grundkenntnisse, wie z.B. physikalische Grundlagen der Antriebs- und Sensortechnik, Relais oder logische Verknüpfungen, kann mit Hilfe des mitgelieferten Theorieteils sowie der Musteraufgaben vermittelt werden. Der Schwerpunkt sollte allerdings weniger auf der Vermittlung von Grundlagen als auf der Anwendung liegen.

Bei der Arbeit mit MecLab® sind folgende Richtlernziele anzustreben:

- Den Schülern soll mit Hilfe von MecLab® Grundwissen über die automatische Steuerung von Maschinen und Anlagen vermittelt werden. Dabei können sowohl Probleme der Arbeitsvorbereitung als auch Aspekte der Fertigung, des Transports sowie der Lagerung von Produkten durch automatisierte Systeme praxis- und realitätsnah analysiert, realisiert und verifiziert werden.
- Die Schüler erhalten Einblicke in die technischen Varianten und Folgen der Verkettung von Maschinen und Robotersystemen. Sie erkennen Zusammenhänge zwischen der komplexen Automatisierung und ihren ökonomischen wie ökologischen Folgen für das Individuum und die Gesellschaft. Sie werden motiviert, grundsätzliche Konstruktions- und Funktionsprinzipien anzuwenden und sich durch korrekte Fachtermini und Fachsymboliken verständlich und präzise zu artikulieren.
- Die Schüler werden in die Lage versetzt, sowohl selbstständig als auch im Team technische Lösungen zur Automatisierung von Prozessen zu beschreiben, zu entwickeln, zu dokumentieren und praktisch zu erproben. Dabei wird für sie das Zusammenwirken der technischen Teildisziplinen Mechanik, Elektrotechnik, Elektronik und Computertechnik bei der Entwicklung automatisierter Systeme erlebbar und die Notwendigkeit von Teamarbeit deutlich.
- Der Computer wird zum Werkzeug bei der Lösung von technischen und ökonomischen Problemen. Die Schüler sollen die dabei erzielten Ergebnisse sachlich kritisch bewerten sowie notwendige Modifikationen an ihrer technischen Lösung vornehmen.

Mit MecLab® sollen neue Maßstäbe für den Technikunterricht gesetzt werden, indem ingenieurtechnisches Denken für die Lernenden begreifbar und erlebbar gemacht wird. Die Verwendung von Industrieelementen sowie industrieüblicher Symbole, Schaltpläne und Datenblätter schafft ein bisher kaum erreichtes Maß an Realitäts- und Praxisbezug.

2 Übersicht über das Lernsystem MecLab®

Das Lernsystem MecLab® besteht im Wesentlichen aus drei Stationen, welche die Funktionen:
- Magazinieren und Vereinzeln,
- Transportieren und
- Handhaben

modellhaft nachbilden. Diese drei Prozesse sind typisch für jede automatisierte Fertigung.

Abbildung 2.1 zeigt eine reale Fertigungsstraße zur Herstellung von Blechbiegeteilen. Rohbleche werden durch ein Rollenband (3) zu den Bearbeitungsstationen (1, 2, 7) transportiert (Funktion Transport) und dort geprägt. Der erste Roboter (4) legt die Bleche vom Band in ein Magazin (5, Funktion Magazin), der zweite Roboter (6) entnimmt die Bleche dem Magazin und führt diese der dritten Bearbeitungsstation (7) zu (Handhaben und Vereinzeln).

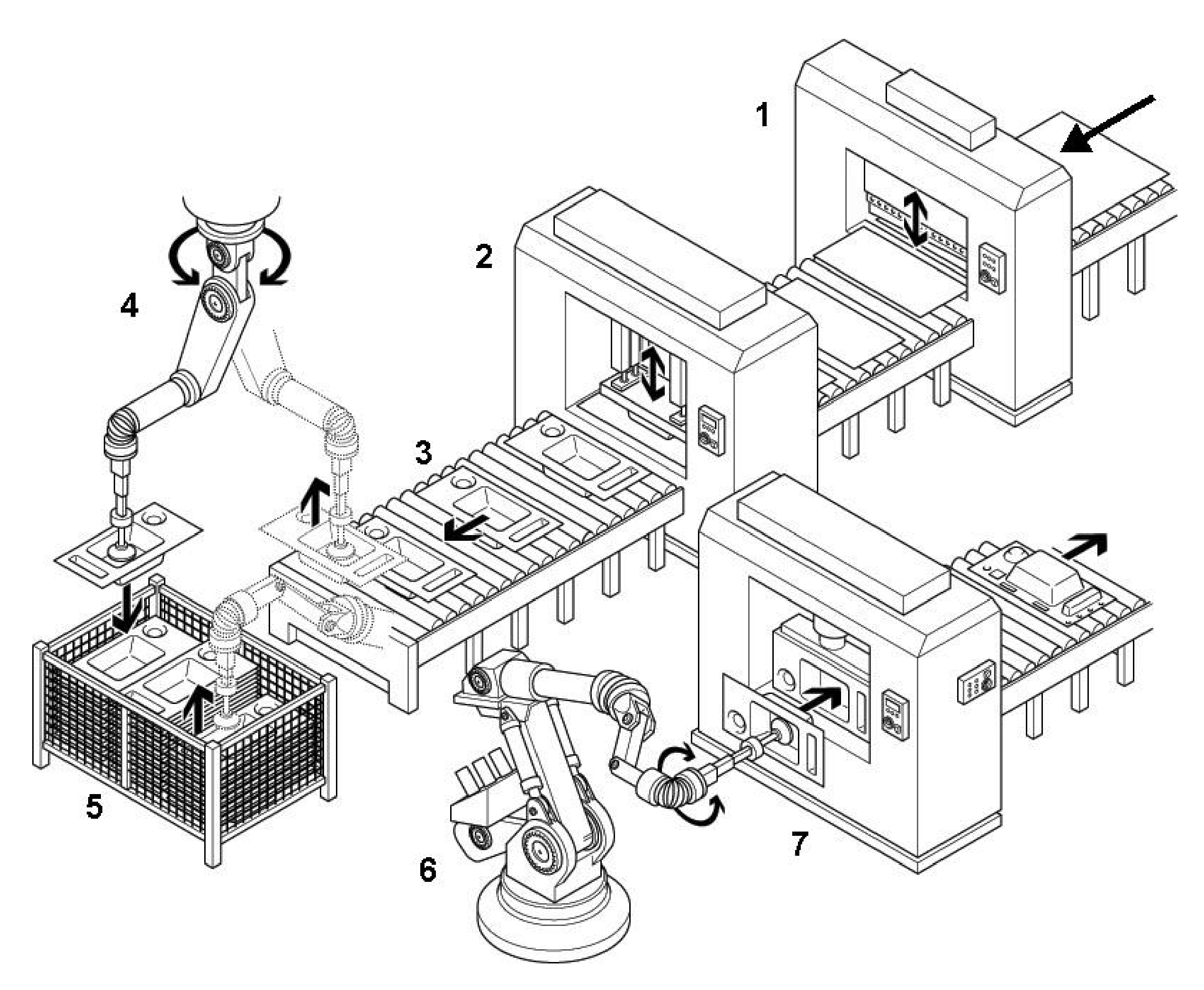


Abbildung 2.1: Automatisierte Herstellung von Blechbiegeteilen

Ähnliche Funktionen haben die Stationen von MecLab®:

- Station Stapelmagazin
  Speichern von Werkstücken, Vereinzeln von Werkstücken in Verbindung mit der Stempeleinheit können die Werkstücke „gestempelt“ bzw. ein einfacher Einpressvorgang durchgeführt werden.
- Station Transportband
  Transport von Werkstücken, in Verbindung mit dem Hubmagnet aber auch Vereinzeln oder Sortieren von Werkstücken
- Station Handling
  Umsetzen von Werkstücken von einer Station zur nächsten, aber auch Montage von Werkstücken

Die Funktionen der Stationen können durch Entfernen oder Hinzufügen von Komponenten wie Sensoren oder Antrieben erweitert oder verändert werden. Dies ist Inhalt der Projektaufgaben.

Beispiel
Entfernt man den Hubmagneten von der Station Transportband, kann dieses nur noch Transportieren, nicht aber mehr sortieren. Dreht man den Hubmagneten von der einen auf die andere Seite des Transportbandes, wird aus der Weiche ein Stopper.

Außer den Stationen besteht das Lernsystem aus folgenden Komponenten:

- Kompressor zur Versorgung der Stationen mit Druckluft
- Simulations- und Steuerprogramm FluidSIM®
- EasyPort zur Verbindung der Stationen mit dem PC
- Netzteilen zur Stromversorgung der EasyPorts
- Werkstücke
- Werkzeug und Kleinteile
- Didaktisches Begleitmaterial (z.B. dieses Buch) auf CD-ROM

Die Steuerung der Stationen erfolgt über das Simulations- und Steuerprogramm FluidSIM® in Verbindung mit einem EasyPort. Über den EasyPort kann FluidSIM® Sensorsignale von den Stationen einlesen und die Antriebe der Stationen ansteuern. Eine Station wird über den EasyPort mit der USB-Schnittstelle des PC verbunden. Mit den Netzteilen wird der EasyPort mit Strom versorgt und mithilfe der mitgelieferten Beispielprogramme wird der Einstieg in die Programmierung unterstützt.

Es ist aber auch möglich, einige Funktionen der Stationen durch direktes Betätigen der Ventile zu aktivieren (drücken des blauen Handbetätigungsknopfs am Ventil).

Die Stationen werden komplett aufgebaut geliefert. Sie können jedoch mit dem beiliegenden Werkzeug umgebaut werden, so dass andere technische Funktionen möglich sind. Alle Stationen haben eine eigenständige Funktion und können daher für sich allein benutzt werden. Es ist möglich, Komponenten zwischen den Stationen auszutauschen oder die Stationen zu einer Fertigungslinie zusammenzufügen.

In den mitgelieferten Unterlagen (auf CD-ROM) finden Sie folgende Bestandteile:

- Einführung (dieses Dokument)
- Inbetriebnahmeanleitung für alle drei Stationen
  Schritt für Schritt Anleitung für die Inbetriebnahme
- Theorieteil
  Erläutert die wichtigsten Technologien, Komponenten und Hintergründe, welche für das Arbeiten mit MecLab wichtig sein können
- Aufgabenblätter
  Mit diesen Aufgabenblättern können Ihre Schüler sich mit dem Lernsystem MecLab vertraut machen, die wichtigen Technologien kennenlernen und einfache Projekte verwirklichen
- PowerPoint-Präsentation
  Zusammenstellung wichtiger Graphiken zur Erläuterung im Unterricht

Außerdem kann man zu allen Komponenten von MecLab in FluidSIM® Informationen erhalten, wenn man den Mauszeiger auf das entsprechende Symbol bewegt und die rechte Maustaste betätigt.

3 Inbetriebnahme der Stationen

3.1 Installation von FluidSIM®

Zum Steuern der Stationen von MecLab® ist das Simulations- und Steuerprogramm FluidSIM® erforderlich. Dies muss zunächst auf Ihrem Rechner installiert werden. Der Rechner muss über ein CD-ROM-Laufwerk sowie eine USB-Schnittstelle (Version 1.1 oder höher) verfügen.

Zur Installation von FluidSIM® legen Sie die beiliegende CD-ROM ein, öffnen das Verzeichnis FluidSIM®, starten die Datei „setup.exe“ und folgen der Installationsanleitung.

3.2 Aufbau der Stationen

Die Stationen von MecLab® werden aufgebaut geliefert. Um eine Station in Betrieb zu nehmen, müssen Sie folgende Schritte ausführen:

1. Stecken Sie das Interfacemodul EasyPort (1) in die dafür vorgesehene SubD-Buchse des Multipolverteilers (2).
2. Verbinden Sie das Netzteil mit dem EasyPort (3).
3. Verbinden Sie den EasyPort mit dem mitgelieferten USB-Kabel (4) mit dem PC.
4. Starten Sie FluidSIM®, klicken Sie auf „Datei öffnen“ und laden Sie ein passendes Beispielprogramm (siehe Tabelle).
5. Starten Sie das Beispielprogramm durch Anklicken des Startpfeiles in FluidSIM®.

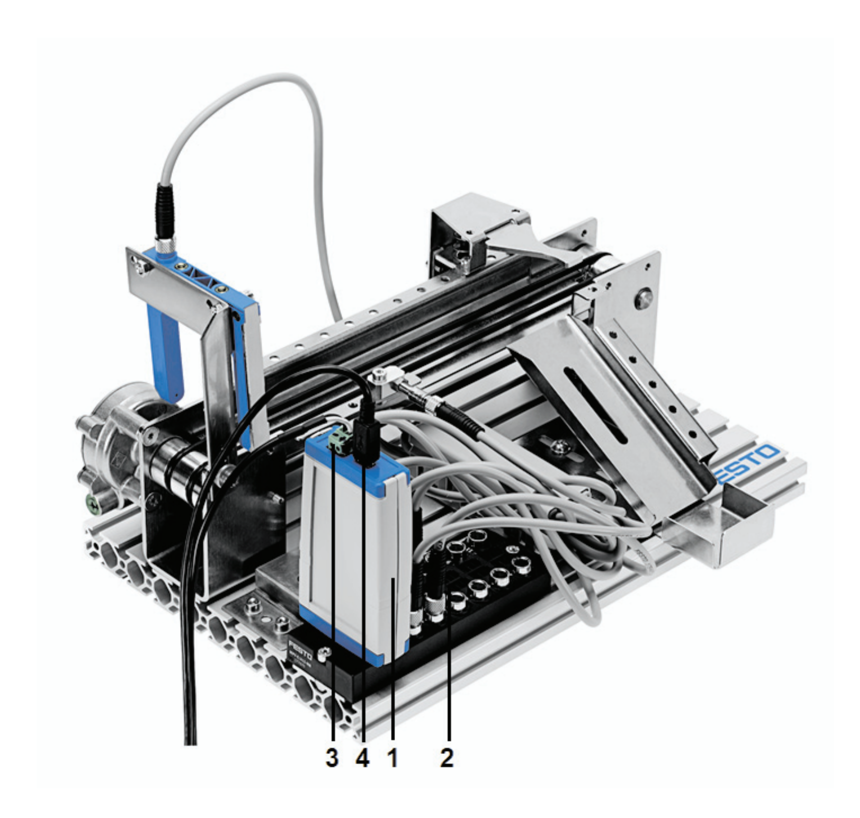


Abbildung 3.1: Anschluss des EasyPorts

Übersicht Beispielprogramme

Beispielprogramm	für Station	Funktion
1-4.ct	Stapelmagazin	Manuelle Ansteuerung einfachwirkender Zylinder
1-5.ct	Stapelmagazin	Manuelle Ansteuerung doppeltwirkender Zylinder
1-7.ct	Stapelmagazin	Ausschieben Deckel und Einpressen Deckel in Dose (automatisch)
2-5a.ct	Transportband	Einschalten Band mit Lichtschranke
2-7.ct	Transportband	Einschalten Band durch Lichtschranke, Aussortieren metallischer Werkstücke, Abschalten nach 5 s
2-8.ct	Transportband	Wie 2-7.ct, jedoch Bandrichtungsumkehr manuell
DC MOTOR RELAIS. ct	Transportband	Manuelles Ein/Ausschalten des Bandmotors, Drehrichtungsumkehr
3-4.ct	Handling	Manuelles Ausfahren der z-Achse
3-6.ct	Handling	Automatisches Ausfahren der z-Achse, Dauerlauf
3-7.ct	Handling	Automatisches umsetzen eines Werkstückes vom hinteren in den vorderen Ablageteller

3.3 Sicherheitshinweise

MecLab® wurde unter Beachtung aller einschlägigen Sicherheitsrichtlinien konstruiert. Wie bei jedem technischen System sind jedoch einige Sicherheitshinweise zu beachten, um eine Gefährdung von Personen auszuschließen:



Allgemein

- Die Auszubildenden dürfen nur unter Aufsicht einer Ausbilderin/eines Ausbilders an der Station arbeiten.
- Beachten Sie die Angaben der Datenblätter zu den einzelnen Elementen, insbesondere auch alle Hinweise zur Sicherheit!

Elektrik

- Herstellen bzw. abbauen von elektrischen Verbindungen nur in spannungslosem Zustand!
- Verwenden Sie nur Kleinspannungen, maximal 24 V DC.



Pneumatik
- Überschreiten Sie nicht den zulässigen Druck von 400 kPa (4 bar).
- Schalten Sie die Druckluft erst ein, wenn Sie alle Schlauchverbindungen hergestellt und gesichert haben.
- Entkuppeln Sie keine Schläuche unter Druck.
- Seien Sie beim Einschalten der Druckluft besonders vorsichtig. Zylinder können selbsttätig aus- oder einfahren.
- Durch Druckluft abspringende Schläuche können Unfälle verursachen. Nehmen Sie den Druck sofort weg. Festo Didactic empfiehlt Ihnen das Tragen einer Schutzbrille. Wählen Sie die Schlauchlänge so, dass die kürzeste Verbindung zwischen zwei Anschlüssen hergestellt werden kann.
- Pneumatischer Schaltungsaufbau:
  Verbinden Sie die Geräte mit dem Kunststoffschlauch mit 4 mm oder 6 mm Außendurchmesser. Stecken Sie dabei den Schlauch bis zum Anschlag in die Steckverbindung. Es ist kein Sichern notwendig!
- Schalten Sie vor dem Schaltungsabbau die Druckluftversorgung ab.
- Pneumatischer Schaltungsabbau:
  Drücken Sie den blauen Lösungsring nieder, der Schlauch kann abgezogen werden.

Kompressor
- Der Druck kann am Kompressor eingestellt werden. Dazu wird der Drehknopf am Druckregler herausgezogen und solange verdreht, bis das Manometer den gewünschten Druck anzeigt. Danach wird der Drehknopf durch Hineindrücken verriegelt.
- Berühren Sie den Kompressor nicht, nachdem dieser läuft oder gelaufen ist. Der Kompressor kann sich im Betrieb erwärmen.
- Nach Abschalten des Kompressors ist der Druck aus dem Tank des Kompressors abzulassen.
- Es wird empfohlen, den Kompressor nicht länger als eine Stunde ununterbrochen laufen zu lassen.

Mechanik
- Montieren Sie alle Komponenten fest auf die Platte.
- Greifen Sie nur bei Stillstand in die Station.

3.4 Wartungshinweise

MecLab® ist im wesentlichen wartungsfrei.

In regelmäßigen Abständen muss jedoch Kondenswasser aus dem Tank des Kompressors bzw. dem Wasserabscheider abgelassen werden. Der Tank des Kompressors ist in regelmäßigen Abständen auf Beschädigungen zu untersuchen.

4 Station Stapelmagazin

4.1 Technische Bedeutung

In jeder Produktion müssen Rohmaterialien, Halbzeuge oder fertige Produkte zwischengelagert werden. Dies geschieht häufig in Paletten oder (Hoch)-Regallagern. Im produktionsnahen Umfeld müssen die Werkstücke aber so gelagert werden, dass diese möglichst effektiv dem eigentlichen Produktionsprozess zugeführt werden können.

Viele Kleinteile wie Schrauben, Muttern oder Federn werden als Schüttgut geliefert und müssen zunächst geordnet werden, bevor sie automatisiert weiterverarbeitet werden können. Dazu nutzt man häufig Vibrationswendelförderer (Abbildung 4.1). Durch schnelles Rütteln werden die Kleinteile an sogenannten Schikanen vorbeigeführt, welche nur die richtig ausgerichteten Kleinteile vorbeilassen. Damit werden nur ordnungsgemäß ausgerichtete Werkstücke dem Produktionsprozess zugeführt, obwohl das Ausgangsmaterial völlig ungeordnet ist.



Abbildung 4.1: Vibrationswendelförderer für die Speicherung und Sortierung von Schrauben

Empfindliche Werkstücke werden in der Regel geordnet angeliefert und gelagert. Kleinere Werkstücke werden oft in Gurten, größere auf Paletten gelagert (Abbildung 4.2 zeigt integrierte Schaltkreise (ICs) in einer Palette, welche in der Elektronikindustrie üblicherweise Tray genannt wird).

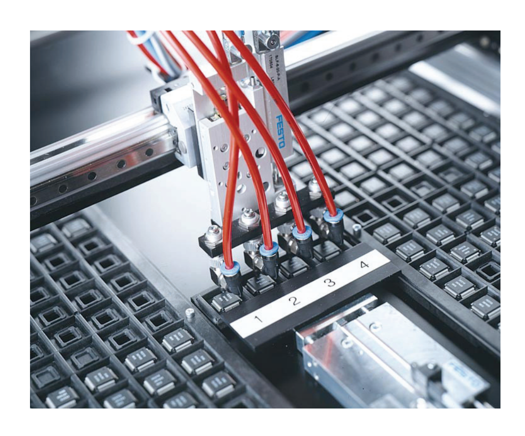


Abbildung 4.2: ICs in einer Palette

Das Stapelmagazin ist einer der einfachsten Möglichkeiten, Werkstücke geordnet zu lagern. In realen Produktionsanlagen werden die Bauelemente dann bereits in Stangenmagazinen angeliefert. Damit ist ein schnelles Befüllen der Stapelmagazine möglich.

Die Station Stapelmagazin bietet neben der Funktion des Magazins und der Vereinzelung noch die Funktion “Einpressen“: Wird auf dem Ablagetisch eine Dose abgelegt, kann aus dem Stapelmagazin ein Deckel herausgeschoben werden, welcher vom zweiten Pneumatikzylinder dann eingepresst wird.

Die Station Stapelmagazin bietet neben den elektrotechnischen Inhalten die Möglichkeit, den Themenkomplex „Pneumatik“ in den Unterricht einzuführen. Dabei ist die Realisierung von einfachen Grundlagenaufgaben zur Funktion oder Handsteuerung eines Ventils, aber auch die Verwirklichung komplexerer automatischer Steuerungen mit mehreren Pneumatikzylindern über verschiedene Ventile möglich.

Im Unterricht kann die Station Stapelmagazin variabel genutzt werden. Ob sie im darbietenden Unterricht oder beim selbstständigen und kooperativen Lernen der Schüler eingesetzt werden: Die einzelnen Stationen von MecLab® ermöglichen es, die moderne Berufs- und Arbeitswelt in die Schule zu holen und deren Anforderungen an die künftigen „Produzenten“ zu verdeutlichen.

Zur automatischen Ansteuerung des Stapelmagazins wird wie beim Transportband und dem Handlingsystem die Software FluidSIM® verwendet. Die Schüler erhalten die Möglichkeit, sich in die Struktur und Funktion von Programmen für die Automatisierung von Fertigungsabläufen einzuarbeiten. Hierzu benötigen sie nur geringe Vorkenntnisse im Umgang mit CAD/CAM Programmen. Von Vorteil ist ein Vorwissen über:

- die Funktion einfacher Schaltkreise,
- die Bedienung üblicher Anwenderprogramme,
- den Ablauf von Produktionsprozessen und
- die Grundlagen der Pneumatik.

Wenn zu diesen Inhalten kein oder nur geringes Vorwissen vorhanden ist, können die Kenntnisse in einem überschaubaren Zeitraum direkt am Modell sowie seinen peripheren Bauteilen und Baugruppen erarbeitet werden.

4.2 Komponenten der Station Stapelmagazin

Die Station Stapelmagazin besteht aus mehreren Einzelkomponenten, die je nach geforderter Aufgabenstellung individuell genutzt und kombiniert werden können. Es ist bewusst so gestaltet worden, dass es an unterschiedliche technische Anforderungen flexibel angepasst werden kann. Hierzu ist nur das beigefügte Werkzeug nötig.

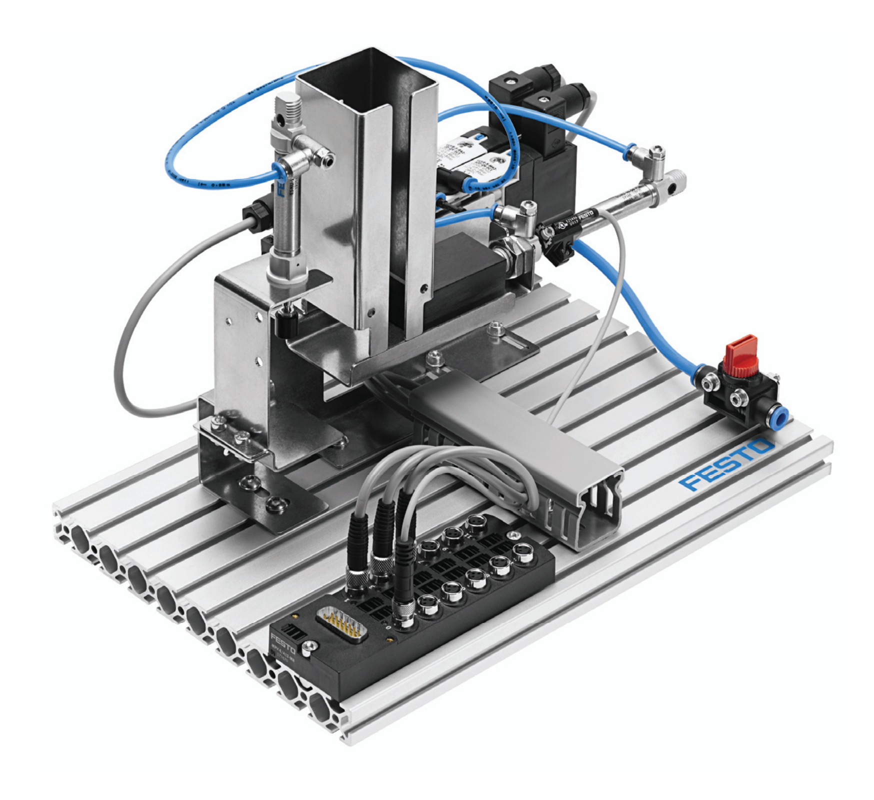


Abbildung 4.3: Gesamtaufbau der Station Stapelmagazin

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Bestandteile der Station Stapelmagazin jeweils mit dem Schaltsymbol aufgeführt.

Abbildung	Symbol	Beschreibung
		Befestigungsbausatz zur Montage von Näherungsschaltern
		Magnetischer Näherungsschalter zur Erfassung der Lage des Zylinderkobens
		3/2 Wege Absperrhahn zum Absperren der Druckluft und Entlüften
		T-Verteiler zur Verteilung der Druckluft
		Einfachwirkender Zylinder mit 50 mm Hub, 10 mm Kolbendurchmesser
		Doppeltwirkender Zylinder mit 50 mm Hub und 10 mm Kolbendurchmesser
		Drossel-Rückschlagventil, dient zur Geschwindigkeits-Regulierung der pneumatischen Antriebe
		4/2 Wege-Magnetventil, mit pneumatischer Rückstellung
		4/2-Wege Magnet-Impulsventil
		Multipolverteiler zum Anschluss der elektrischen Komponenten

4.3 Aufbau und Verdrahtung

MecLab® wird in teilmontierter Form ausgeliefert. Dennoch kann es für bestimmte Unterrichtsziele und Unterrichtsverfahren notwendig sein, das System zu demontieren bzw. dann wieder zu montieren. Dies ist problemlos möglich, wenn die in diesem Abschnitt folgenden Hinweise beachtet werden.

Als Basis für die Station Stapelmagazin dient eine Aluminiumprofilplatte mit Nuten, auf der die Einzelteile des Stapelmagazins mit Hammermuttern befestigt werden. Alle anderen Komponenten sind ebenfalls verschraubt und können mit dem mitgelieferten Maul- und Innensechskantschlüssel zerlegt und montiert werden. Der mitgelieferte Schraubendreher dient vor allem zur Einstellung der Drossel-Rückschlagventile. Pneumatikschlauch kann mit dem Schlauchschneider in der passenden Länge abgeschnitten werden.

Hinweis
Verwenden Sie keine Scheren oder andere Messer, weil dies zu Undichtigkeiten führen kann.

Die Station Stapelmagazin wird teilmontiert ausgeliefert: der einfachwirkende Zylinder (die Presse), der doppeltwirkende Zylinder (der Ausschieber) sowie das monostabile 4/2-Wegeventil sind montiert, verdrahtet und verschlaucht. Das zweite, bistabile Ventil sowie der magnetische Näherungsschalter sind noch zu montieren. Dies soll im folgenden kurz beschrieben werden.

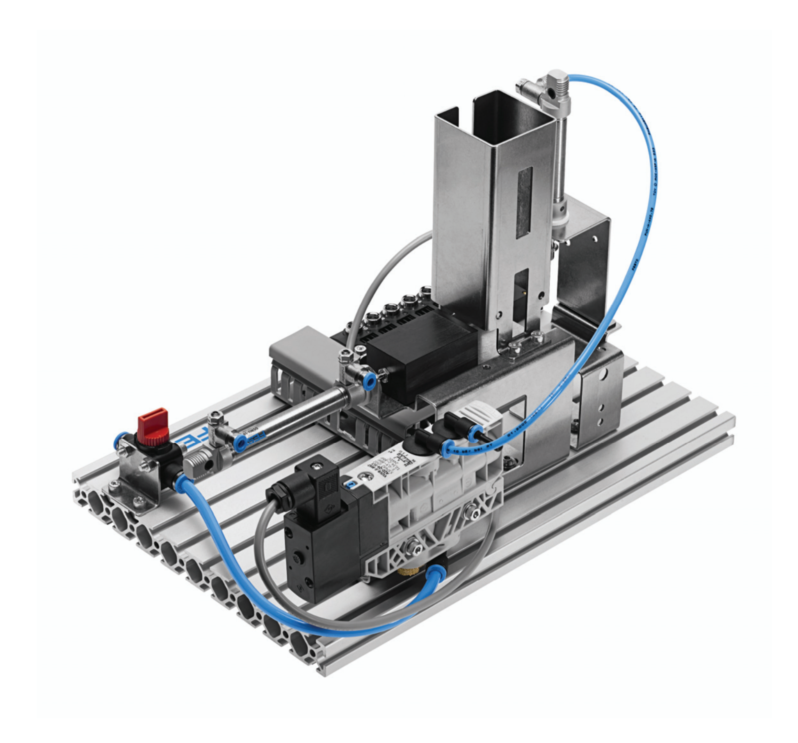


Abbildung 4.4: Lieferzustand Station Stapelmagazin

Montage des bistabilen 4/2-Wegeventils

1. Trennen Sie die Station von der Druckluft- und Stromversorgung.
2. Lösen Sie die Halteschrauben, die das bereits montierte Ventil mit der Ventilhalterung verbinden.
3. Tauschen Sie die beiden kurzen Schrauben gegen die mitgelieferten längeren aus.
4. Schrauben Sie die beiden Ventile mit den längeren Schrauben wie in Abbildung 4.5 gezeigt fest.
5. Verschlauchen Sie die Ausgänge 2 und 4 des Ventils mit den jeweils korrespondierenden Anschlüssen des doppeltwirkenden Zylinders. Anschluss 2 wird mit der vorderen Zylinderkammer verbunden, Anschluss 4 mit der hinteren Zylinderkammer. Schlauch mit der passenden Länge kann mit dem mitgelieferten Schlauchschneider abgelängt werden.
6. Schließen Sie das Ventil an den Multipolverteiler an. Ventilmagnet 1M1 wird an Steckplatz 3, Ventilmagnet 1M2 an Steckplatz 5 angeschlossen.

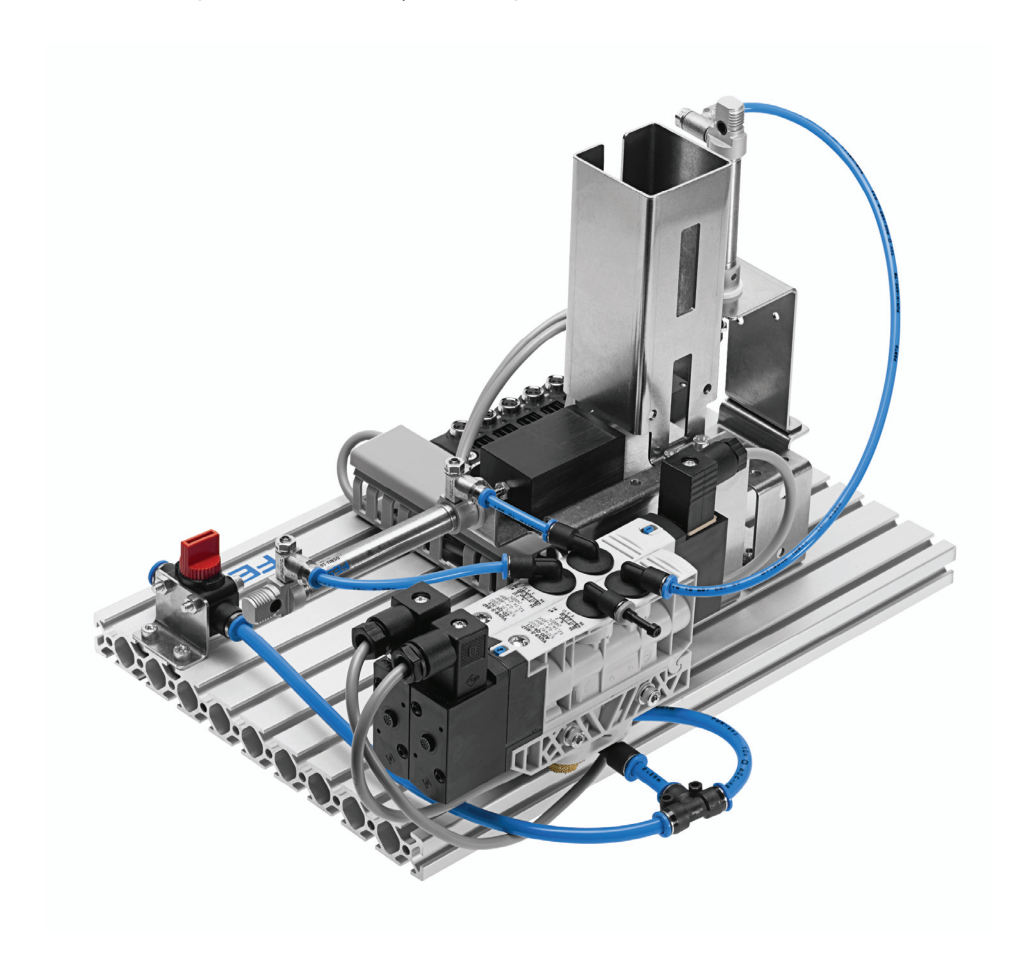


Abbildung 4.5: Montage des zweiten Ventils

Weiterhin ist es möglich, einen Sensor zur Kontrolle der Endlage einzubauen. Dies sichert die Überwachung des Ablaufes und ermöglicht bei Erreichen der Endlage des doppeltwirkenden Zylinders einen weiteren Schritt in der Programmfolge zu starten.

Hierzu wird der Befestigungsbausatz zur Montage von Näherungsschaltern um den Zylinder gelegt und mit der vorgesehenen Schraube befestigt. Dann wird der Sensor in die Sensorhalterung eingeführt und durch eine halbe Drehung mit der Innensechskantschraube vorsichtig fixiert.

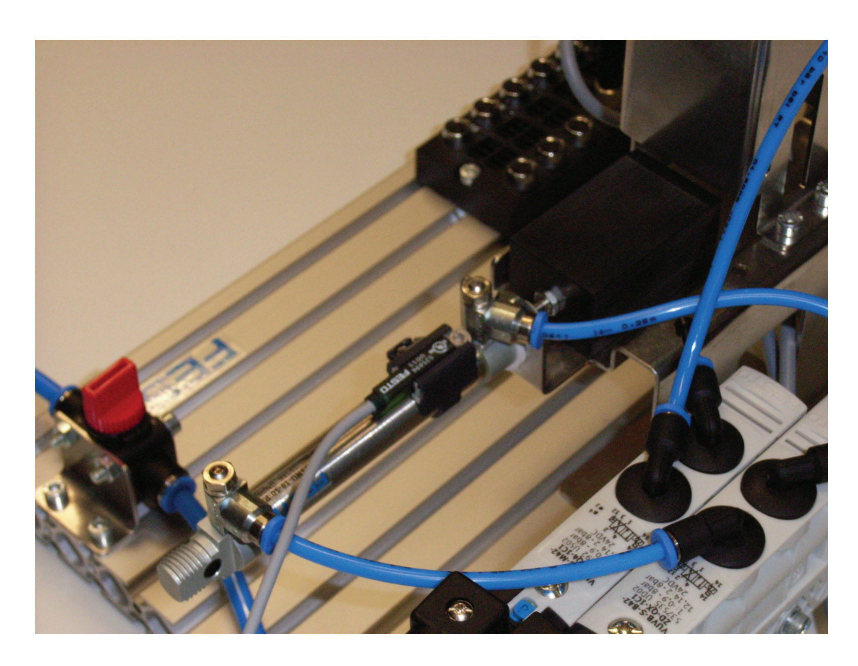


Abbildung 4.6: Näherungsschalter am Zylinder

Um eine Verbindung vom Computer zu den einzelnen Bauteilen herstellen zu können, ist es erforderlich, die Sensoren mit dem Multipolverteiler zu verbinden.

Die Kabel der Ventile werden in der mit ungeraden Ziffern bezeichneten Reihe (Eingänge) des Multipolverteilers (1, 3, 5, 7, 9, 11) angeschlossen. In der mit geraden Ziffern (Ausgänge) bezeichneten Reihe (0, 2, 4, 6, 8, 10) werden die Kabel der Sensoren angeschlossen.

4.4 Umbau des 4/2-Wege-Magnetventils

Die in MecLab® verwendeten Ventile können in einfacher Weise in ihrer Funktionalität verändert werden.

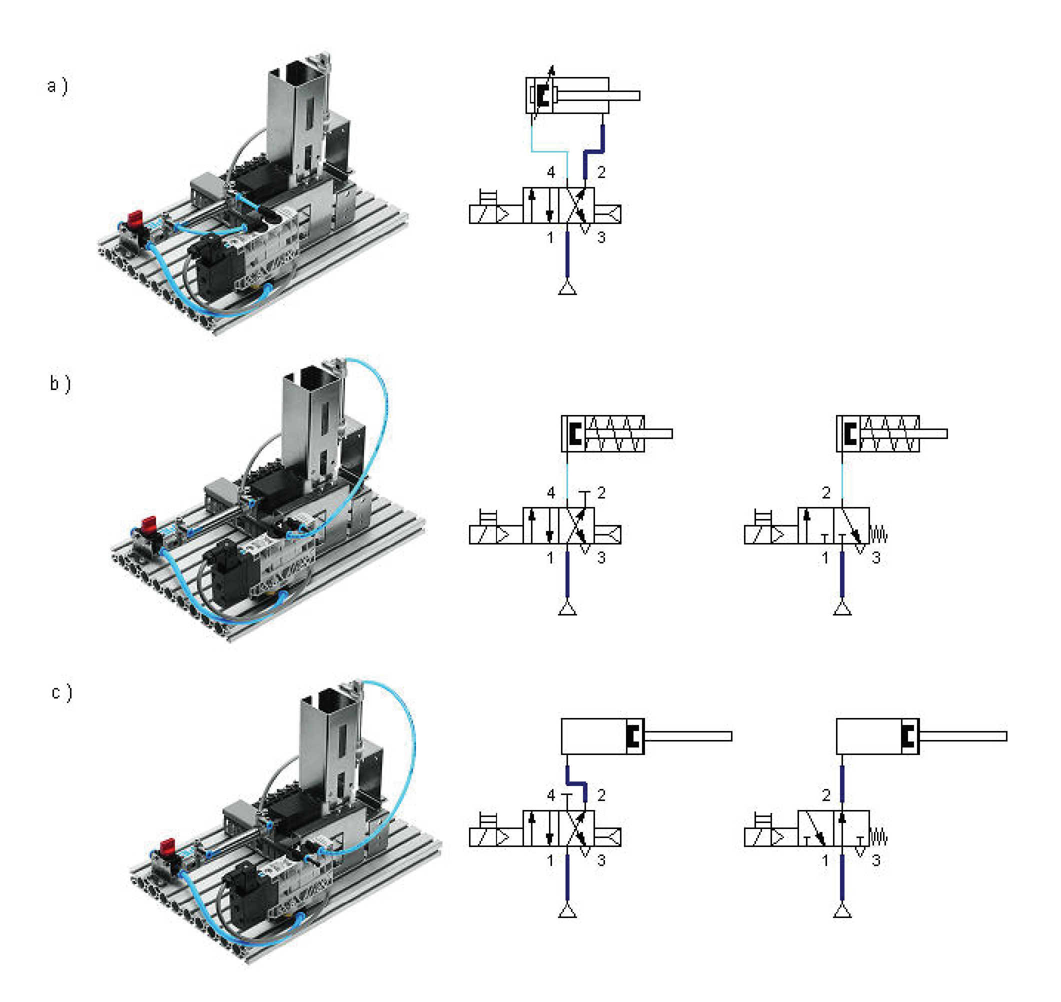


Abbildung 4.7: Umbau eines monostabilen 4/2-Wege-Magnetventils

a) 4/2 Wege-Magnetventil (übliche Verwendung in Verbindung mit einem doppeltwirkenden Zylinder)

b) 3/2 Wege-Magnetventil, Ruhestellung geschlossen (in Verbindung mit einem einfachwirkenden Zylinder; Anschluss 2 ist verschlossen)

c) 3/2 Wege-Magnetventil, Ruhestellung offen (in Verbindung mit einem einfachwirkenden Zylinder; Anschluss 4 ist verschlossen, der Zylinder ist ausgefahren in der abgebildeten Schaltstellung)

In Ihrer Grundfunktion handelt es sich um 4/2-Wege-Magnetventile, d.h. das Ventil verfügt über 4 Anschlüsse und 2 Schaltstellungen. Die Station verfügt über zwei Ventile:

- ein monostabiles 4/2-Wege-Magnetventil
- ein bistabiles 4/2 Wege-Magnetventil

Durch Verschließen eines Ausganges kann das 4/2-Wegeventil zu einem 3/2-Wegeventil umgebaut werden. Je nachdem, ob man Ausgang 2 oder 4 schließt, entsteht ein 3/2-Wegeventil in Ruhestellung geschlossen oder offen.

Das monostabile 4/2-Wegeventil wird mit geschlossenem Ausgang 4 ausgeliefert, wodurch ein 3/2-Wegeventil in Ruhestellung geschlossen entsteht. Mit diesem Ventil kann dann z.B. der einfachwirkende Zylinder (Stempelzylinder) angesteuert werden. Durch Öffnen des Ausgangs 4 entsteht ein 4/2-Wegeventil zur Ansteuerung des doppeltwirkenden Zylinders, durch Verschließen des Ausgangs 2 ein 3/2-Wegeventil in Ruhestellung geöffnet. Steuert man mit diesem Ventil den einfachwirkenden Zylinder an, wird dieser ausfahren wenn das Ventil nicht betätigt wird und bei Betätigung des Ventils einfahren (vgl. Abbildung 4.7).

4.5 Exemplarische Lösung einer Beispielaufgabe mit dem Stapelmagazin

Das Zusammenspiel der Software FluidSIM® und der Hardwarekomponenten der Station Stapelmagazin soll an einer Beispielaufgabe Schritt für Schritt verdeutlicht werden.

Aufgabenstellung

Entwickeln Sie ein Stapelmagazin, das nach kurzem Betätigen eines Tasters genau ein Werkstück ausschiebt und den Schieber nach Betätigen eines zweiten Tasters wieder einfährt.

Analyse der Aufgabenstellung

- Das Signal zum Ausfahren muss gespeichert werden, da der Taster nur kurz betätigt werden soll.
- Der doppeltwirkende Zylinder wird mit einem 4/2-Wege-Magnetventil angesteuert.
- Zur Speicherung des Tastersignals wird das bistabile 4/2-Wege-Magnetventil verwendet.

Lösung

Zunächst ist, falls noch nicht geschehen, das zweite Ventil sowie der magnetische Näherungsschalter zu montieren und anzuschließen (vgl. Abschnitt 4.3). Der Schaltplan in Abbildung 4.8 zeigt beispielhaft, wie die Komponenten angeschlossen sein können. In der Tabelle 4.1 ist der Anschluss des Sensors und der Ventilmagnete an den Multipolverteiler dargestellt.

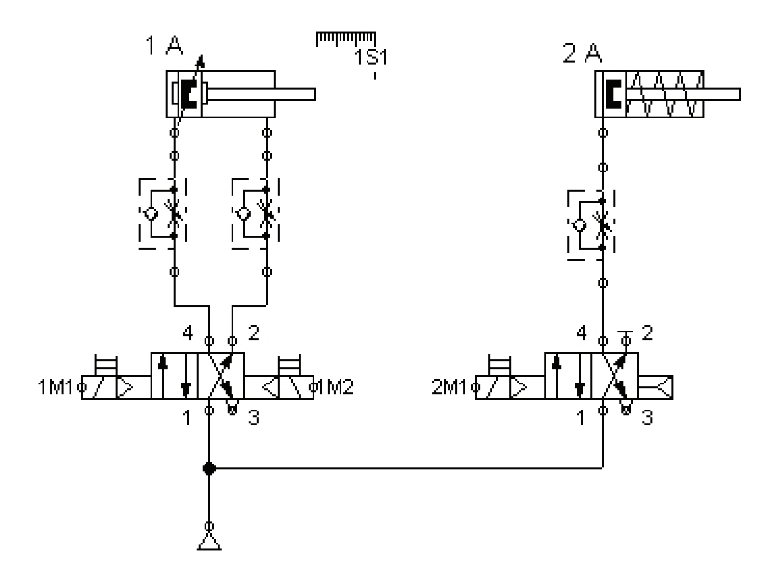


Abbildung 4.8: Pneumatischer Schaltplan der Station Stapelmagazin

Steckplatz	Belegung	Marke
0	Sensor	1S1
1	Ventilmagnet	2M1
3	Ventilmagnet	1M1
5	Ventilmagnet	1M2

Tabelle 4.1: Steckerbelegung für die Station Stapelmagazin

Schritt 1: Start des Programms FluidSIM®

- Öffnen des Programms FluidSIM® durch Doppelklick auf das Programmsymbol.



- Aufrufen einer neuen Arbeitsfläche
  In der zweiten Menüleiste links auf das leere weiße Blatt klicken. Es erscheint eine neue leere Arbeitsfläche für eine Steuerung.



- Abspeichern der neuen Steuerung
  Hierzu in der Menüleiste „Datei › Speichern unter ...“ auswählen und die Datei an der gewünschten Stelle auf einem Datenträger mit selbst gewähltem Namen speichern.

Schritt 2: Erstellen des pneumatischen Schaltplanes

Die zum Erstellen des pneumatischen Schaltplans notwendigen Komponenten befinden sich in der Symbolleiste auf der linken Bildschirmseite. Sie werden in den Schaltplan eingefügt, indem man:

- das entsprechende Symbol anklickt,
- die linke Maustaste gedrückt hält,
- das Symbol an die gewünschte Stelle des Schaltplanes zieht und dort die Maustaste loslässt.

Das pneumatische System besteht aus einem doppeltwirkenden Zylinder, einem bistabilen 4/2-Wege-Magnetventil, zwei Drossel-Rückschlagventilen und der Druckluftversorgung. Abbildung 4.9 zeigt die Komponenten auf der Arbeitsfläche.

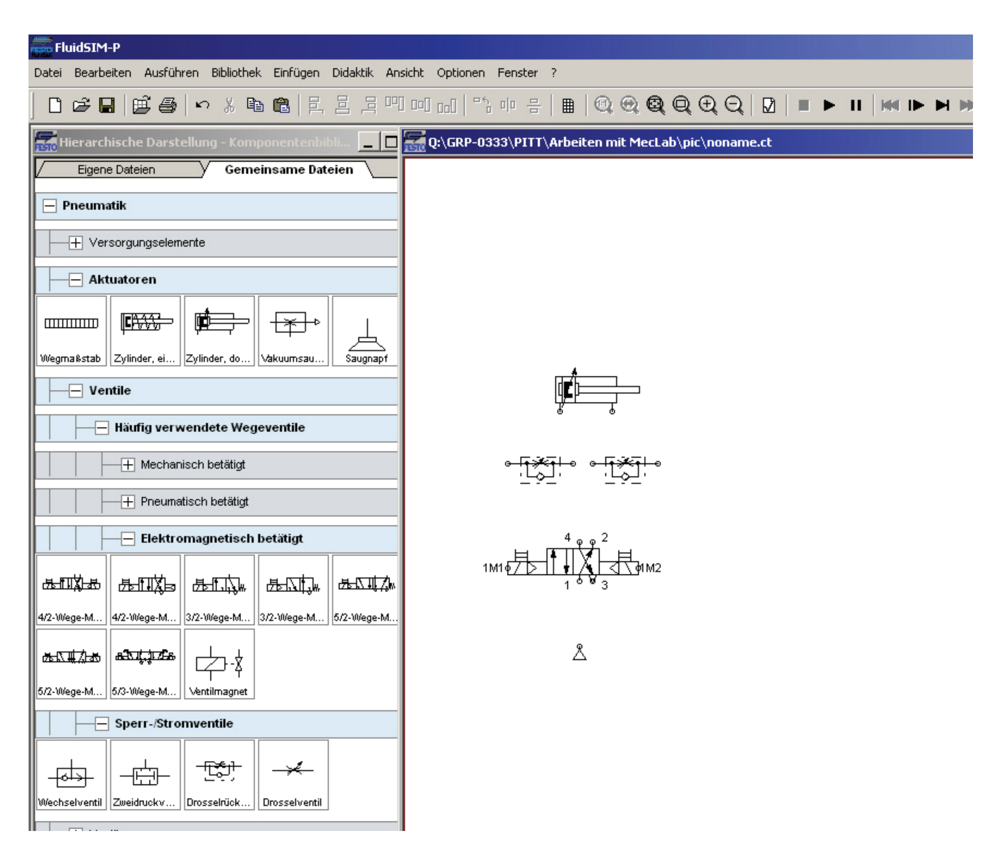


Abbildung 4.9: Platzieren der Elemente auf der Arbeitsfläche

Die Drossel-Rückschlagventile sollten gedreht werden, um einen übersichtlichen Schaltplan zu erhalten. Dies erreicht man, indem man das Symbol des Drossel-Rückschlagventils auf der Arbeitsfläche mit der rechten Maustaste anklickt und im Kontextmenü den Menüpunkt „Rotieren“ und dann „270°“ wählt.

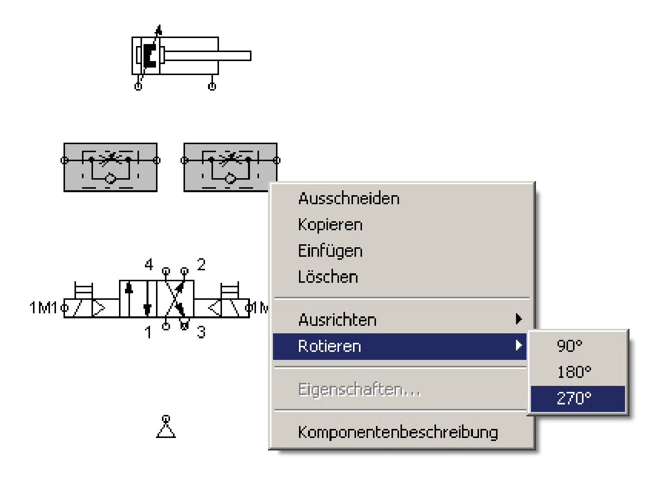


Abbildung 4.10: Drehen der Drossel-Rückschlagventile

Anschließend müssen die Komponenten verschlaucht, d.h. miteinander verbunden werden. Dazu fahren Sie mit dem Mauszeiger über einen Knotenpunkt des Symbols bis ein Fadenkreuz dargestellt wird. Mit gedrückter linker Maustaste fahren Sie dann bis zum gewünschten Knotenpunkt des nächsten Symbols. Sobald durch das Fadenkreuzsymbol die Verbindung bestätigt wird, lassen Sie die linke Maustaste los.

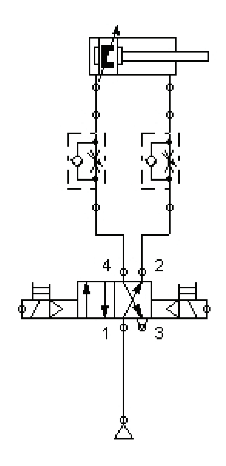


Abbildung 4.11: Pneumatische Komponenten verschlaucht

Um die Ventilmagnete mit dem elektrischen Schaltkreis und der Station verknüpfen zu können, müssen den Anschlüssen der Ventilmagnete die entsprechenden Marken zugeordnet werden.

Dazu klickt man mit der rechten Maustaste auf den Knoten eines Ventilmagneten. Es öffnet sich ein Kontextmenü, in dem der Menüpunkt „Eigenschaften“ gewählt wird. Im Feld „Marke“ wird die Bezeichnung eingetragen. Gemäß der Anschlusstabelle heißt der linke Ventilmagnet 1M1, der rechte 1M2.

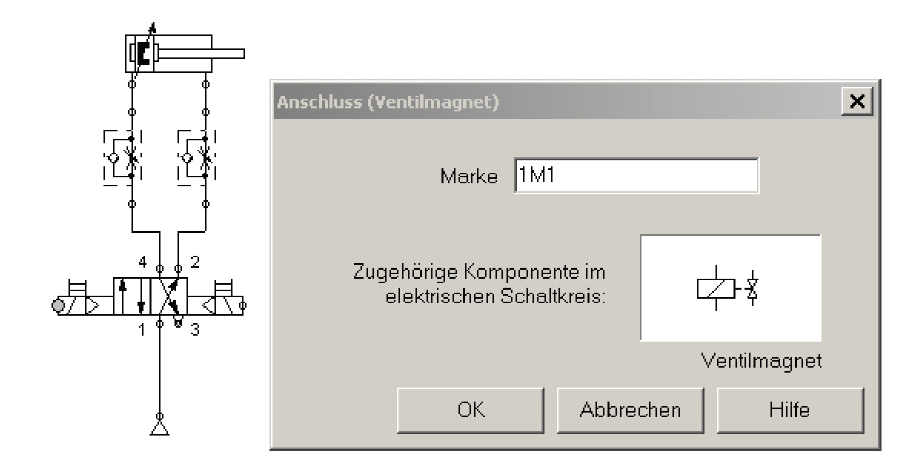
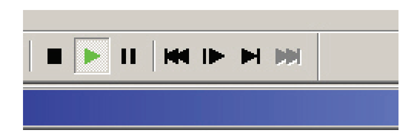


Abbildung 4.12: Eintragen einer Marke an am Ventilmagnet

Schritt 3: Simulation des pneumatischen Schaltplanes

FluidSIM® erlaubt die Simulation und damit den Test dieses pneumatischen Schaltkreises. Dazu wird die Simulation durch Anklicken des Start-Buttons gestartet.

Indem man mit der linken Maustaste die jeweilige Handhilfsbetätigung des Ventils rechts oder links anklickt, fährt der Zylinder aus bzw. wieder ein.



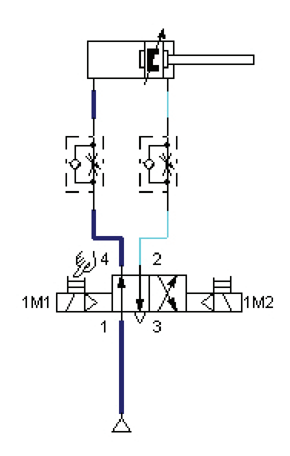


Abbildung 4.13: Simulation des pneumatischen Schaltkreises

Schritt 4: Erstellen des elektrischen Schaltplanes

Zunächst müssen die benötigten Komponenten eingefügt werden. Hierzu wählt man in der linken Spalte in der Unterkategorie Elektrik die Symbole aus. Diese werden dann mit der linken Maustaste in das Bearbeitungsfenster im rechten Teil des Programmfensters gezogen.

Benötigt werden die Komponenten: Stromversorgung (24 V und 0 V), 2 Taster (Schließer) und 2 Ventilmagnete.

Hinweis
Das Symbol des Ventilmagneten finden Sie in der Unterkategorie Pneumatik (siehe Abbildung 4.9).

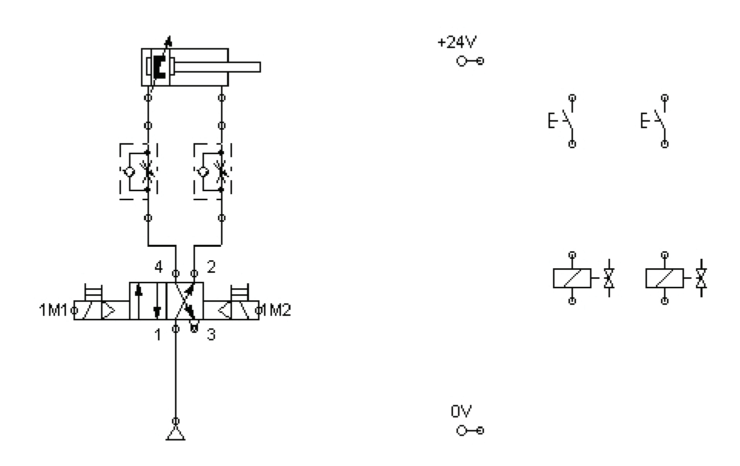


Abbildung 4.14: Arbeitsfläche mit pneumatischem Schaltplan und elektrischen Komponenten

Die Verdrahtung der Komponenten erfolgt in der gleichen Weise wie bei den pneumatischen Komponenten durch Anklicken der Kontakte und ziehen der Verbindungsleitung zum nächsten Kontakt.

Auf diese Weise entsteht ein Schaltplan wie in Abbildung 4.15 dargestellt.

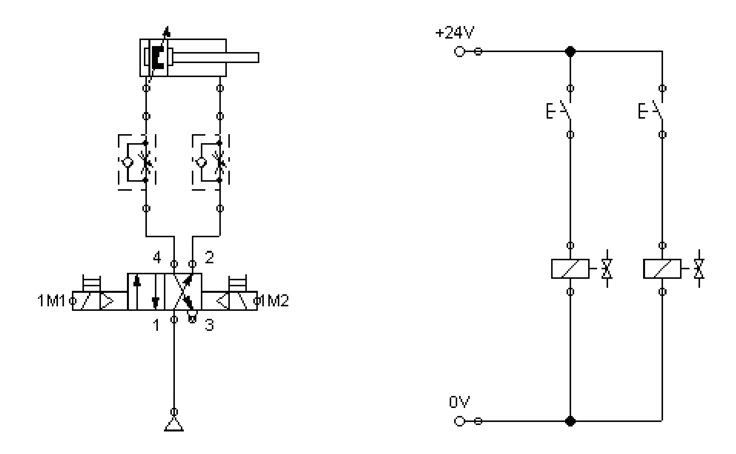


Abbildung 4.15: Verdrahtung des elektrischen Schaltkreises

Ein wichtiger Schritt ist das Setzen von Marken für die Ventilmagnete, um die Verknüpfung zwischen elektrischem und pneumatischem Schaltkreis zu gewährleisten.

Dies geschieht analog zum Vorgehen bei den pneumatischen Komponenten (vgl. Schritt 3). Durch Anklicken mit der rechten Maustaste auf das Symbol des Ventilmagneten öffnet sich das Kontextmenü. Hier wählt man den Menüpunkt „Eigenschaften“. In dem Dialogfenster trägt man die Marke ein (Abbildung 4.16). Die Ventilmagnete müssen die gleichen Marken erhalten wie die Anschlüsse des pneumatischen Schaltplans, also hier 1M1 und 1M2.

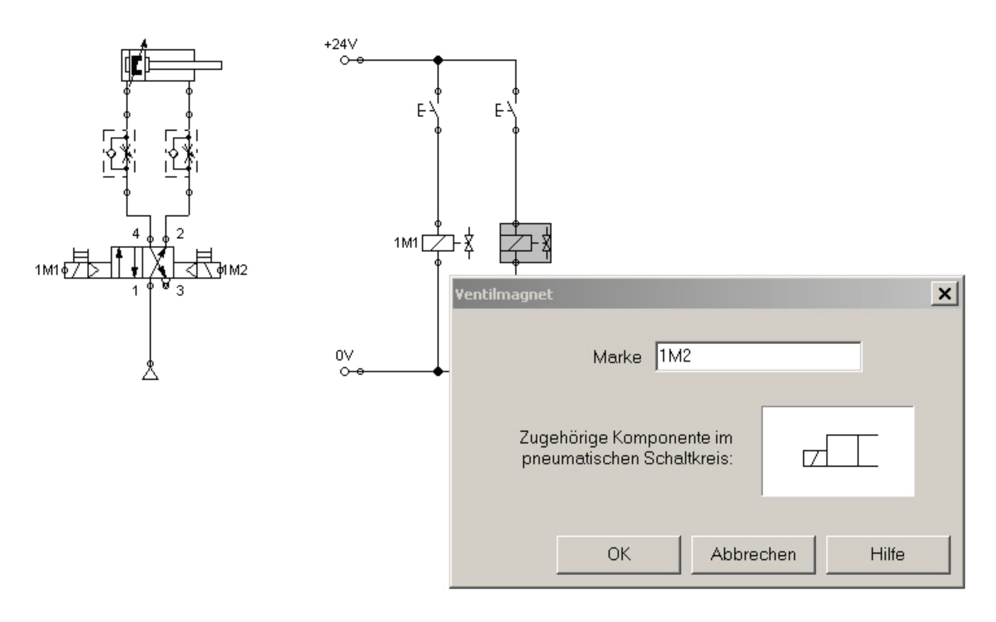


Abbildung 4.16: Einfügen von Marken an den Ventilmagneten

Schritt 5: Simulation des gesamten Schaltkreises

Durch Betätigen der „Start“ Taste wird die Simulation im FluidSIM® gestartet. Sie ermöglicht es, die Funktionen des elektrischen und des pneumatischen Schaltkreises einfach und gefahrlos zu testen.

Um die einzelnen Programmschritte abzuarbeiten, müssen die Taster im Simulationsmodus per Mausklick betätigt werden. Durch Betätigung des linken Tasters wird der Stromkreis geschlossen, das Magnetventil steuert um, das Ventil öffnet den Weg für die Druckluft und der Pneumatikzylinder fährt aus. Durch Betätigung des rechten Tasters fährt der Kolben des Zylinders in die Ausgangsposition zurück.

In FluidSIM® wird folgendes dargestellt:

- Pneumatischer Schaltkreis
  Die hellblau dargestellten Linien stellen die nicht mit Druckluft versorgten Leitungen dar, die dunkelblaue die Leitung, die aktuell unter Druck steht.
- Elektrischer Schaltkreis
  Die rot dargestellte Leitung stellt den momentan geschlossenen (Strom führenden) Teil des Schaltkreises dar.

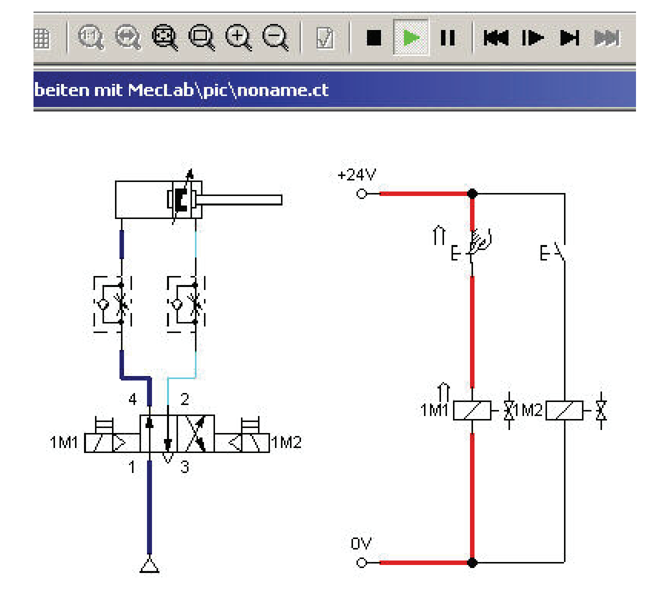


Abbildung 4.17: Simulation des gesamten elektropneumatischen Schaltkreises

Schritt 6: Test mit Station Stapelmagazin

Hinweis
Bitte beachten Sie die Sicherheitsvorschriften, wenn die Station mit Druckluft und elektrischer Energie versorgt wird!

Wenn im FluidSIM®-Programm das Symbol des Multipolverteilers eingefügt ist, wird auch der reale Zylinder ausfahren (sofern die Station über den EasyPort angeschlossen ist). Ist der EasyPort nicht angeschlossen, erscheint eine Fehlermeldung. Trotzdem ist eine Simulation möglich (vgl. Abbildung 4.18).

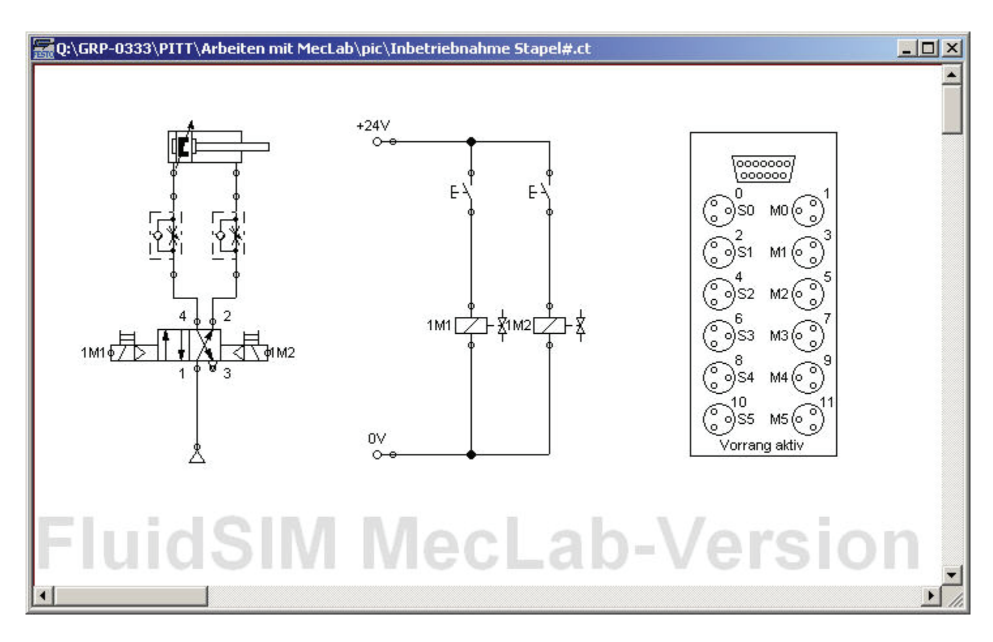


Abbildung 4.18: Programm mit Multipolverteiler

Nun müssen noch im Symbol des Multipolverteilers die Marken angepasst werden. Dazu wird das Symbol durch Doppelklick geöffnet (Abbildung 4.19).

Danach werden Marken gemäß der Tabelle 4.1 geändert. Die Marken müssen mit denen übereinstimmen, welche im pneumatischen und elektrischen Schaltplan verwendet wurden. Das Multipolsymbol stellt dann die Verbindung zur Station Stapelmagazin her. Dabei ist es unwichtig, wie die Marken heißen (1M1 ist die in der Technik übliche Bezeichnung, die Marke könnte auch „Ventilmagnet links" heißen). Wichtig ist nur, dass im pneumatischen und elektrischen Schaltplan dieselben Marken für dasselbe Element benutzt werden und dass dieses Element im richtigen Steckplatz am Multipolverteiler eingesteckt ist.

Hinweis
Im Kontrollfeld „Vorrang bei angeschlossener Hardware“ muss der Haken gesetzt sein. Dies stellt sicher, dass die Signale der echten Sensoren und nicht die der simulierten im Programm benutzt werden.

Wird die Simulation gestartet und die Taste S1 betätigt, fährt der Zylinder der Station aus. Im Multipolsymbol ist der Zustand der Ein- und Ausgangskanäle farbig markiert. Am Multipolverteiler in der Station Stapelmagazin wird der Status der Ein- und Ausgangskanäle durch LEDs angezeigt. Das Programm kann nun Schritt für Schritt erweitert werden, um die andern Aktoren und Sensoren der Station einzubinden.

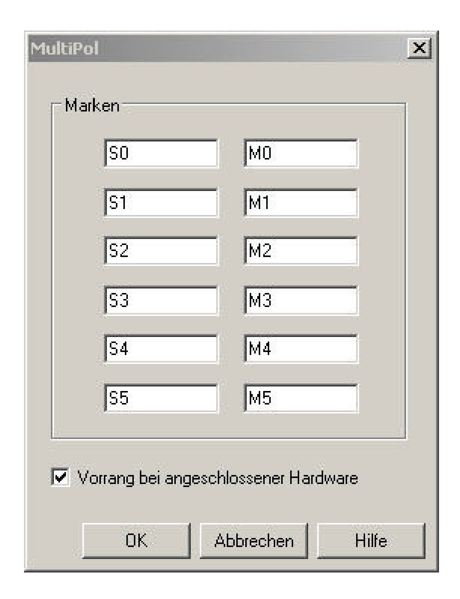


Abbildung 4.19: Dialogfenster des Multipolverteilers (Voreinstellungen)



Abbildung 4.20: Dialogfenster Multipolverteiler mit gesetzten Marken

5 Station Transportband

5.1 Technische Bedeutung

Transportbänder sind technische Systeme, die in der Berufs- und Arbeitswelt u. a. bei der Produktion materieller Güter in der Industrie, im Bauwesen und in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Transportbänder haben auch eine große Bedeutung für den Alltag der Menschen in einer modernen Gesellschaft. Handelsunternehmen nutzen Transportbänder für Waren, z.B. an den Kassen in Supermärkten, aber auch in Form von Rolltreppen zum bequemen Transport ihrer Kunden. Auf Bahnhöfen und Flugplätzen befördern sie Fahr- und Fluggäste über die immer weitläufiger werdenden Terminals. Ihre Entwicklung ging mit der Industrialisierung einher. Anfänglich wurde zum Antrieb von Transportbändern die Muskelkraft von Tieren oder Menschen genutzt. Später kamen Elektromotoren zum Einsatz, die auf Grund ihrer vielen Vorteile auch heute noch verwendet werden.

Die Einführung der Transportbänder revolutionierte die industrielle Fertigung. In diesem Zusammenhang sei auf Henry Ford verwiesen, der 1913 mit der Entwicklung des Fließbandes und seines Einsatzes in der Automobilproduktion eine gänzlich neue Arbeitsorganisation schuf. Das Montageband, wie es Henry Ford kreierte, ist technisch heute längst überholt. Wo einst Handarbeit die permanente Anwesenheit von Menschen erforderte, übernehmen nunmehr computergesteuerte Systeme deren Funktionen. Die Digitaltechnik eröffnet der Automatisierung fortlaufend neue Perspektiven.

Zum Teil schwere und auch monotone Handarbeit wird immer mehr durch automatisierte Anlagen ersetzt.

Die Station Transportband ist trotz ihrer Anschaulichkeit und Transparenz in technischer Hinsicht ein anspruchsvolles, flexibel modifizierbares, elektro- mechanisches Unterrichtsmedium.

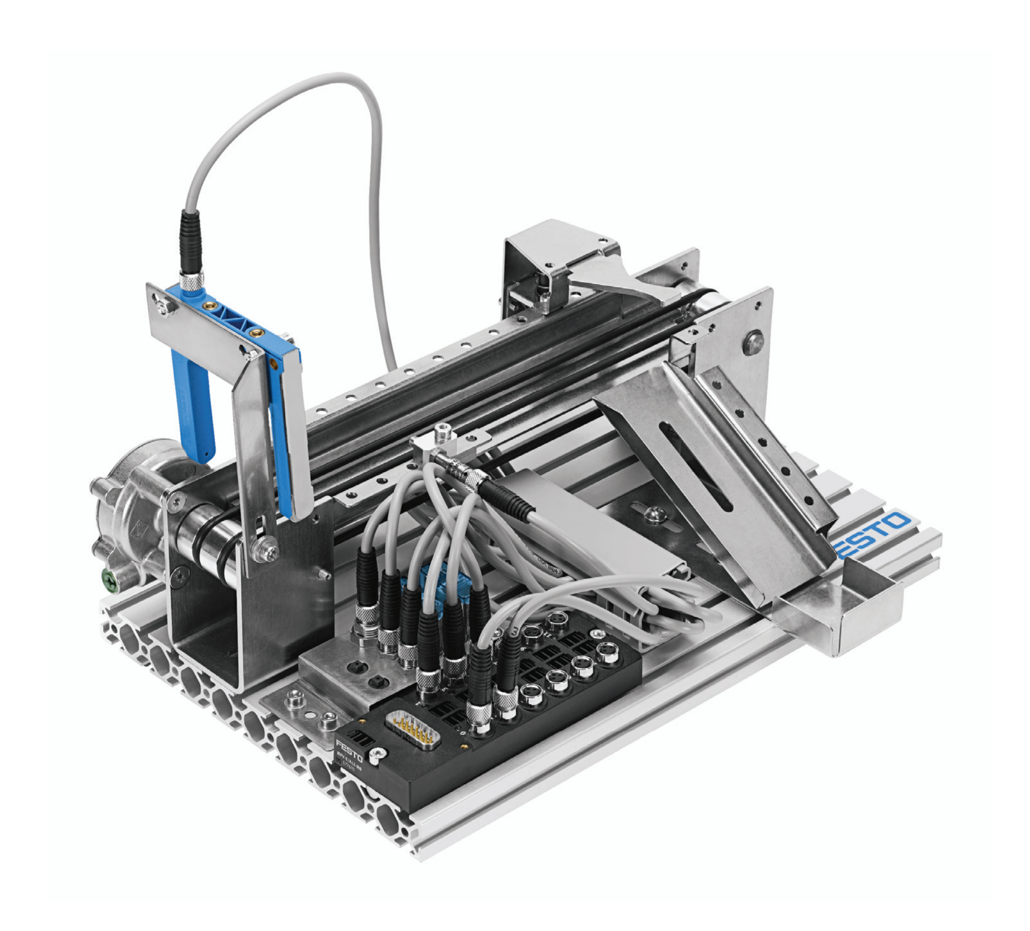


Abbildung 5.1: Station Transportband

Die Station Transportband kann sowohl als integriertes als auch als eigenständiges technisches Teilsystem des Gesamtmodells gesehen werden. Hieraus erwachsen unterschiedliche didaktische Einsatzvarianten. Nachfolgende Erörterungen gehen von einem eigenständigen System aus. Als solches besteht es aus Baugruppen, die weiter in Bauteile zerlegt werden können. Hieraus erwachsen weiterreichende unterrichtliche Einsatzmöglichkeiten. Das Transportband kann als gesamtes technisches System über einem längeren Zeitraum im Unterricht eingesetzt oder seine einzelnen Baugruppen bzw. deren Bauteile jeweils gesondert als Lernmedien verwendet werden.

5.2 Komponenten der Station Transportband

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Bestandteile der Station Transportband jeweils mit dem Schaltsymbol aufgeführt.

Abbildung	Symbol	Beschreibung
	M	Gleichstromgetriebemotor, bewegt die Riemen des Transportbandes und alle aufliegenden Werkstücke. Kann vorwärts- und rückwärts laufen
		Hubmagnet (Stopper/Weiche), kann als Weiche oder als Stopper arbeiten, d.h. Werkstücke vom Band ausschleusen oder anhalten, je nachdem, auf welcher Seite die Einheit am Band angebaut wurde
		Induktiver Sensor, kann metallische oder metallisierte Werkstücke erkennen
		Optischer Sensor, erkennt alle Werkstücke, die den Strahlengang der Lichtschranke blockieren (d.h. alle nicht durchsichtigen Werkstücke)
	3 A1 4 A2	Relais, steuert den Motor an, dient zum Umpolen des Motors (Richtungsumkehr)
	S0 M0 S1 M1 S2 M2 S3 M3 S4 M4 S5 M5	Multipolverteiler, Schnittstelle zum Anschluss aller Aktoren und Sensoren der Station Transportband an den Steuer-PC

5.3 Aufbau und Verdrahtung

Die Station Transportband wird montiert geliefert. Zur Inbetriebnahme muss die Station, wie in Abschnitt 3 beschrieben, mit dem EasyPort an die USB-Schnittstelle des PC sowie mit dem mitgelieferten 24V-Netzteil an die Stromversorgung angeschlossen werden.

Die Station kann umgebaut werden, um unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen. Vor allem die Lage der Sensoren und des Hubmagneten ist maßgeblich für die Funktion:

- Je nachdem, auf welcher Seite des Transportbandes der Hubmagnet montiert ist, arbeitet dieser als Stopper oder als Weiche (welche z.B. Werkstücke auf die Rutsche aussortiert).
- Die Lichtschranke reagiert auf alle Werkstücke, während der induktive Sensor nur auf metallische Werkstücke anspricht. Damit ist es möglich, bestimmte Aktionen immer oder nur bei metallischen oder nur bei nichtmetallischen Werkstücken auszulösen (z.B. Start oder Stopp des Bandmotors, Auslösen des Hubmagneten).

Werden die mitgelieferten Beispielprogramme benutzt, ist auf die korrekte Verdrahtung der Aktoren und Sensoren zu achten. Die richtige Steckerbelegung ist in einer Prinzipskizze im Beispielprogramm beschrieben.

5.4 Erstellen eines Beispielprogramms für das Transportband

Die Funktionsweise der Software FluidSIM® sowie ihr Zusammenwirken mit der Hardwarekomponente „Transportband“ soll an einer Beispielaufgabe Schritt für Schritt verdeutlicht werden.

Aufgabenstellung

Das Transportband soll folgende Aufgabenstellung erfüllen:
Das Band soll durch einen Taster gestartet werden und solange laufen, bis das Band durch einen zweiten Taster wieder ausgeschaltet wird oder ein Werkstück das Bandende erreicht hat. Dann soll der Bandmotor automatisch wieder ausgeschaltet werden.

Analyse der Aufgabenstellung

- Für die Aufgabe wird nur der Bandmotor benötigt, nicht aber der Hubmagnet oder die Rutsche. Nicht benötigte Komponenten können, müssen aber nicht unbedingt entfernt werden.
- Am Bandende muss ein Sensor angebracht sein, der alle Werkstücke erkennt. Hierfür kommt nur eine Lichtschranke in Frage. Der induktive Sensor kann nur metallische Werkstücke erfassen.
- Im Steuerprogramm muss ein Taster zum Starten des Motors und ein zweiter Taster zum Abschalten vorgesehen werden.

Lösung

Die Lösung vollzieht sich in vier Schritten:

1. Erstellen des mechanischen Aufbaus
2. Erstellen der Schaltpläne und Programmierung in FluidSIM®
3. Test des Programms in der Simulation
4. Test des Programms mit der Station Transportband

Schritt 1: Erstellen des mechanischen Aufbaus

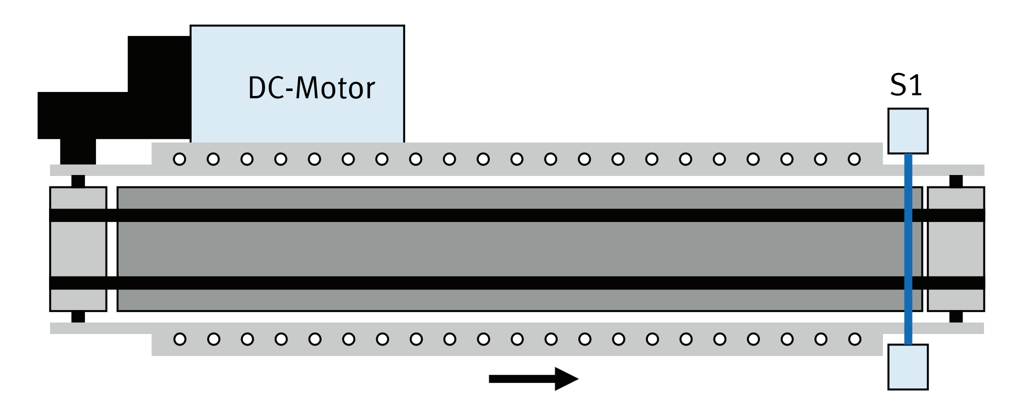


Abbildung 5.2: Prinzipkskizze des Transportbandes

Die Abbildung 5.2 zeigt eine Prinzipskizze des Transportbandes, wie sie für die Aufgabenstellung benötigt wird. Hier ist die Anordnung der Komponenten zu erkennen. Für die Planung des Steuerprogramms hat die Prinzipskizze große Bedeutung.

Der optische Sensor (Lichtschranke) muss am Bandende angebracht werden. Dies ist mit dem beigelegten Werkzeug leicht möglich. Der Stopper kann entfernt werden, kann aber auch am Band verbleiben, ebenso die Rutsche.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Verdrahtung am Multipolverteiler:

Steckplatz am Multipolverteiler	**Belegung**
0	Optischer Sensor S1
1	Motorrelais K1

Tabelle 5.1: Steckerbelegung am Multipolverteiler

Hinweis
Sensoren werden in Schaltplänen allgemein mit einem „S“, Relais mit einem „K“ gekennzeichnet.

Schritt 2: Erstellen der Schaltpläne und Programmierung in FluidSIM®

– Start von FluidSIM®
  Durch Doppelklicken mit der linken Maustaste auf das FluidSIM® Programmsymbol gelangt man auf die Startseite des Programms. Durch Klicken auf „Datei › Neu“ öffnet sich die eigentliche Arbeitsfläche.

– Anordnung der benötigten Komponenten
  Sämtliche für die Simulation benötigten Komponenten befinden sich in der sogenannten Komponentenbibliothek. Diese ist gegliedert in die Bereiche:
  - Pneumatik
  - Elektrik
  - Digitaltechnik
  - EasyPort
  - Verschiedenes

  Für die Ansteuerung des Transportbandes werden nur die Bereiche Elektrik und Digitaltechnik benötigt. Durch Anklicken des gewünschten Bereiches mit der linken Maustaste gelangt man in die jeweiligen Unterbereiche und zu den entsprechenden Komponenten. Durch Anklicken und Halten der linken Maustaste kann man das gewählte Symbol der Komponente in die Arbeitsfläche ziehen. Alle für die Lösung der Aufgabe benötigten Komponenten werden aus der Komponentenbibliothek ausgewählt und in der Arbeitsfläche funktionsgerecht angeordnet.

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Übersicht über die wichtigsten Komponenten in FluidSIM®.

Bildzeichen	Bezeichnung	Funktion
	Multipolverteiler	Stellt die Verbindung zur Hardware her, die Marken müssen mit den entsprechenden Marken der Aktoren und Sensoren im FluidSIM®-Programm übereinstimmen.
	Digital-Modul (dies kann auch eine kleine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) sein)	Enthält das Logikprogramm, wird durch Doppelklick geöffnet.
	Spannungsquelle	Versorgt die Komponenten mit Strom. **Achtung:** Ohne Strom arbeiten die Komponenten auch in der Simulation nicht.
	Gleichstrommotor	Antrieb des Bandes, wird über Relais ein- und ausgeschaltet.
	Schalter (handbetätigt)	Dient zum manuellen Beeinflussen des Programmes.
	Sensor (optisch)	Der obere und der untere Anschluss dienen der Stromversorgung, der seitliche Anschluss ist der Signalausgang.
	Relaisspule mit Schalter	Wird die Spule bestromt, schaltet der zugehörige Schalter (d.h. der Schalter mit der gleichen Marke).

Tabelle 5.2: Wichtige Komponenten in FluidSIM®

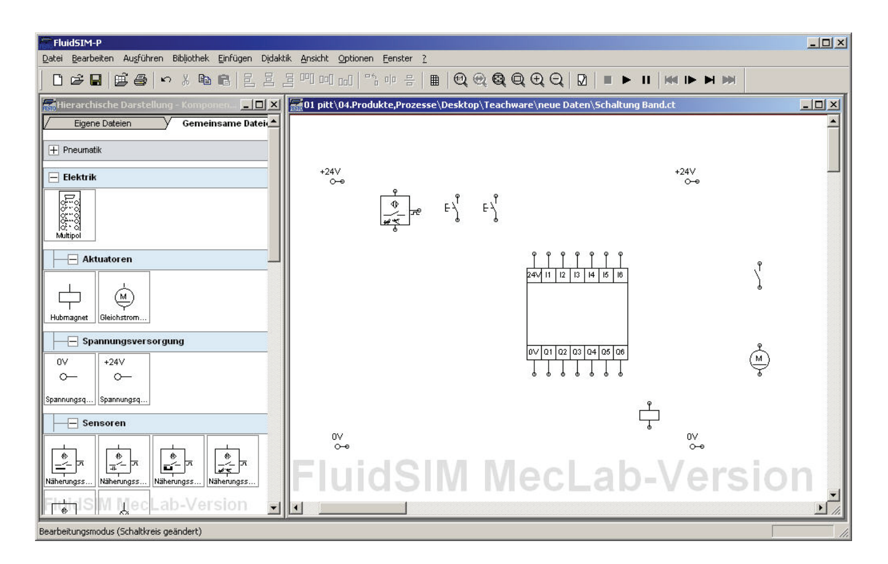


Abbildung 5.3: Arbeitsfläche von FluidSIM® mit allen benötigten Komponenten

– Verkabelung der Bauteile
  Sollen zwei Bauteile miteinander verbunden werden, klickt man das Ende der Leitung des einen Bauteils an, hält die linke Maustaste gedrückt und führt sie zum gewünschten Anschluss des anderen Bauteils. Abbildung 5.4 zeigt die komplett verdrahteten Komponenten.

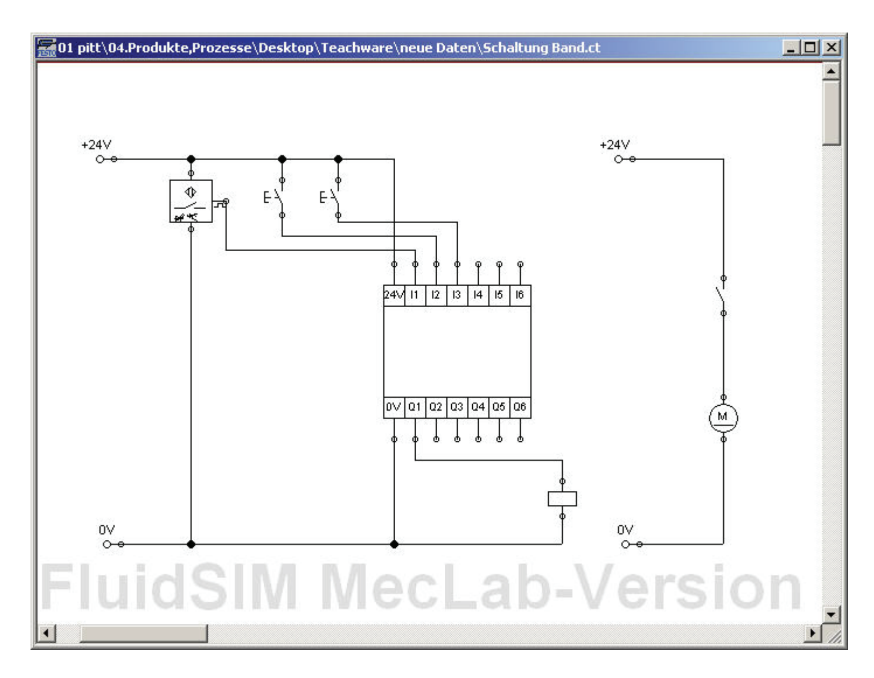


Abbildung 5.4: Verdrahtung der Komponenten

Hinweis
Sollten Leitungen falsch verlegt worden sein, können diese einfach durch Anklicken und Drücken der Taste „Entf“ wieder gelöscht werden.

– Setzen von Marken
  Damit FluidSIM® weiß, welche Komponenten zusammengehören, werden sogenannte Marken gesetzt.

  Dies geschieht durch Anklicken mit der rechten Maustaste auf das Symbol der Komponente. Darauf öffnet sich das Kontextmenü. Hier wählt man den Menüpunkt „Eigenschaften“. In dem Dialogfenster trägt man die Marke ein (vgl. Abbildung 5.5 und Abbildung 5.6).

  Beide Teile des Relais müssen dieselbe Marke tragen, hier K1. Auch der Sensor wird mit einer Marke versehen (S1), ebenso die beiden Taster (T1 und T2), vgl. Abbildung 5.7.

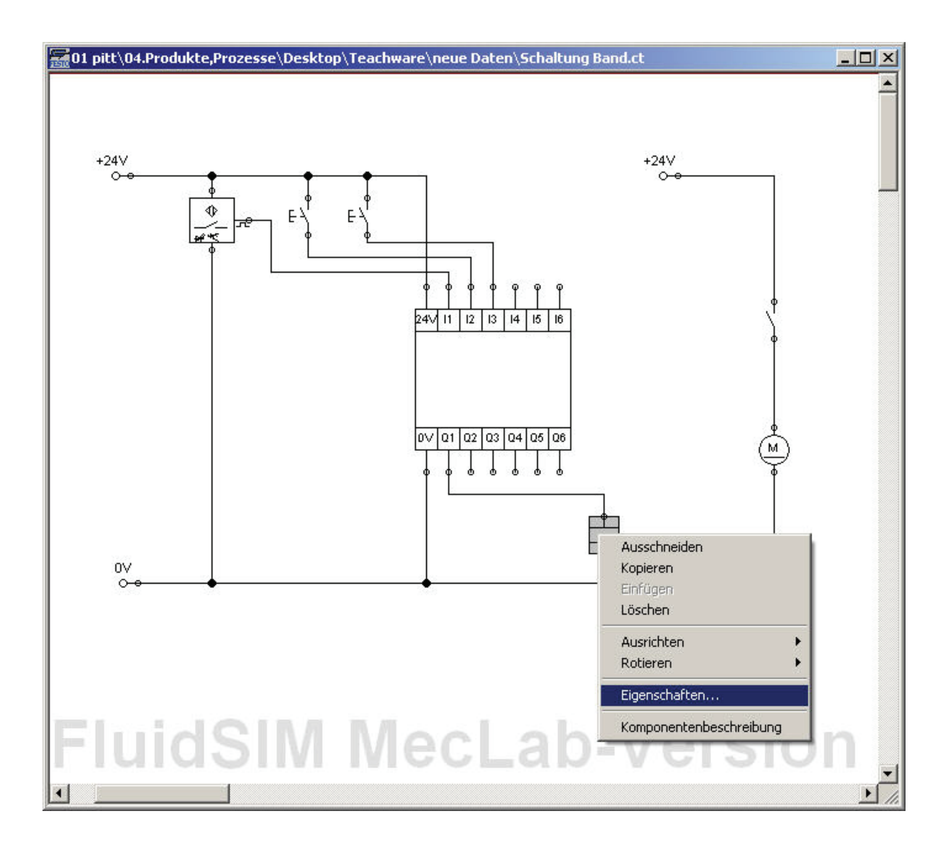


Abbildung 5.5: Setzen von Marken (1)

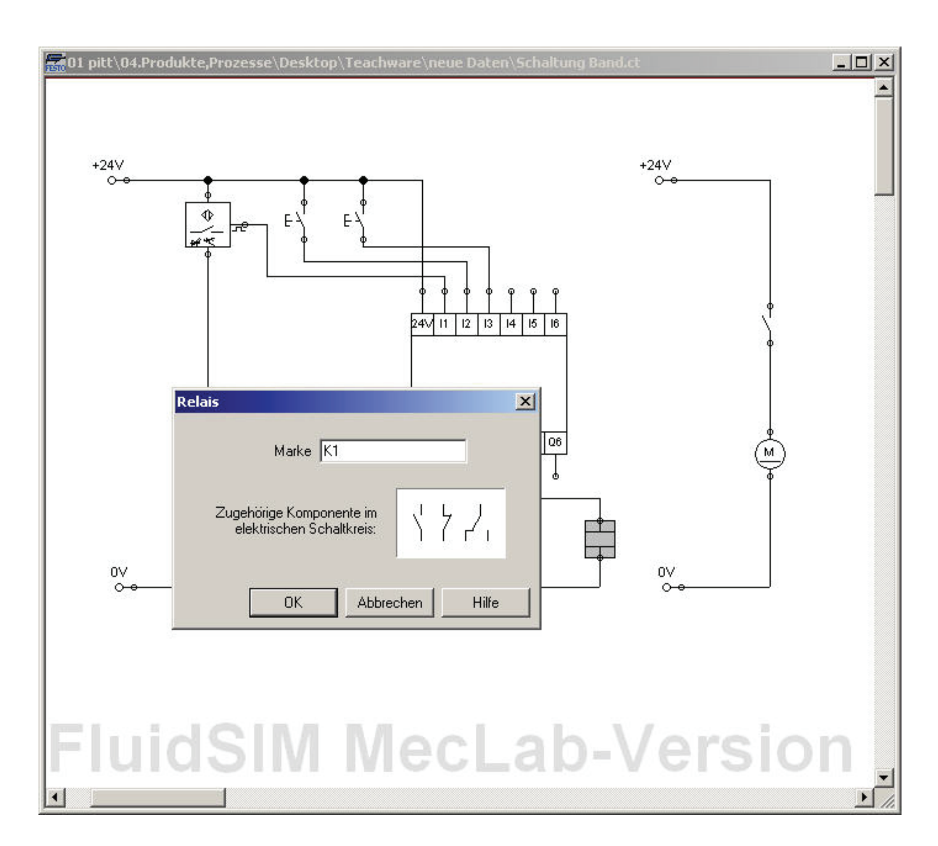


Abbildung 5.6: Setzen von Marken (2)

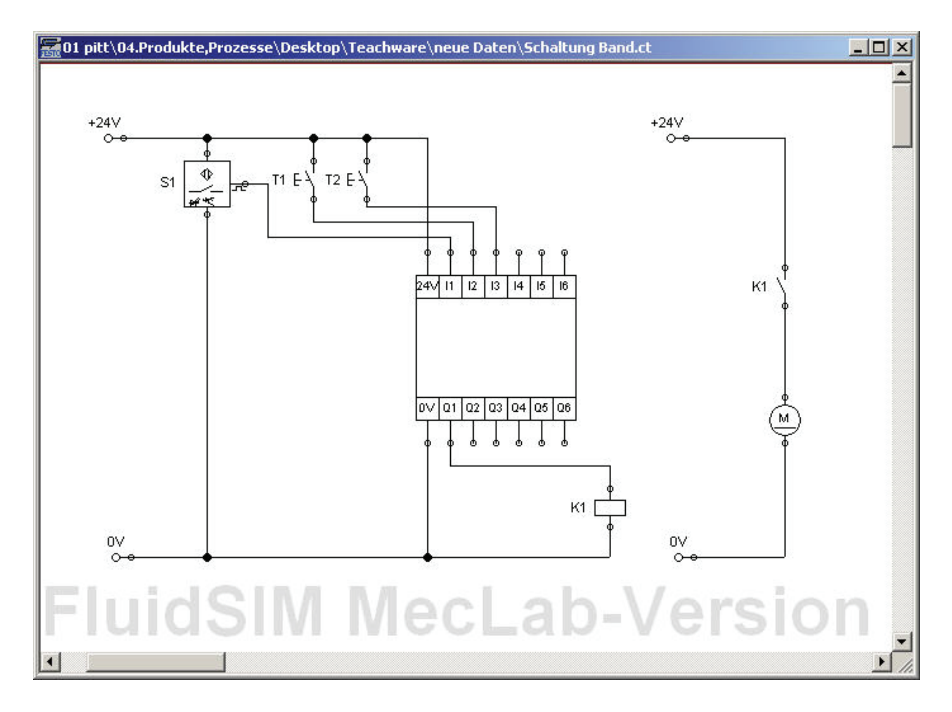


Abbildung 5.7: Schaltkreis mit gesetzten Marken

– Verknüpfung der Logikbausteine im Digital-Modul
  Um das Logikprogramm in das Digital-Modul bzw. die SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung) eingeben zu können, wird das Digital-Modul durch Doppelklick geöffnet. Ein neues Fenster mit den Ein- und Ausgangskanälen des Digital-Moduls wird dargestellt.

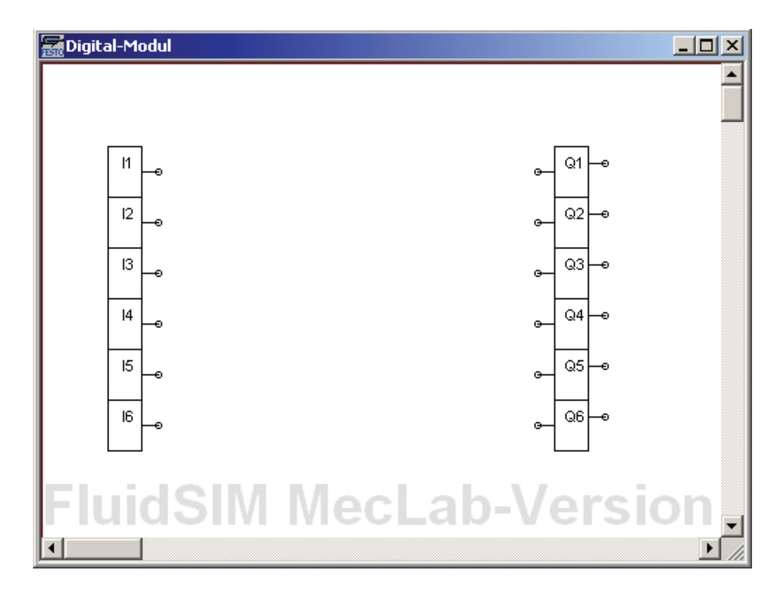


Abbildung 5.8: Ein- und Ausgangskanäle des Digital-Moduls

Auf der linken Seite befinden sich die mit I1 bis I6 bezeichneten Eingänge, auf der rechten Seite die mit Q1 bis Q6 bezeichneten Ausgänge. Die Ein- und Ausgänge werden nun mit Logikbausteinen verknüpft. Diese befinden sich in der Symbolleiste links am Bildschirm und werden wie alle anderen Komponenten in die Arbeitsfläche gezogen und miteinander verbunden.

Die prinzipielle Aufgabe der SPS besteht darin, die von den Sensoren abgegebenen Signale so zu verarbeiten, dass die Aktoren die gewünschte Funktion erfüllen können. Dies wird mit Hilfe der Logikbausteine realisiert.

Folgende Funktionen werden benötigt:

- Der Motor soll auf Tastendruck starten. D.h. es wird ein Selbsthalteglied (RS-Glied) benötigt, um das Tastersignal zu speichern.
- Bei Betätigung des zweiten Tasters oder der Lichtschranke soll der Motor wieder stoppen. Dazu wird ein ODER-Glied benötigt.

Abbildung 5.9 zeigt das Digital-Modul (bzw. die SPS) mit den verbundenen Logikgliedern. Durch Schließen des Eingabefensters wird das Programm im Digital-Modul (SPS) gespeichert.

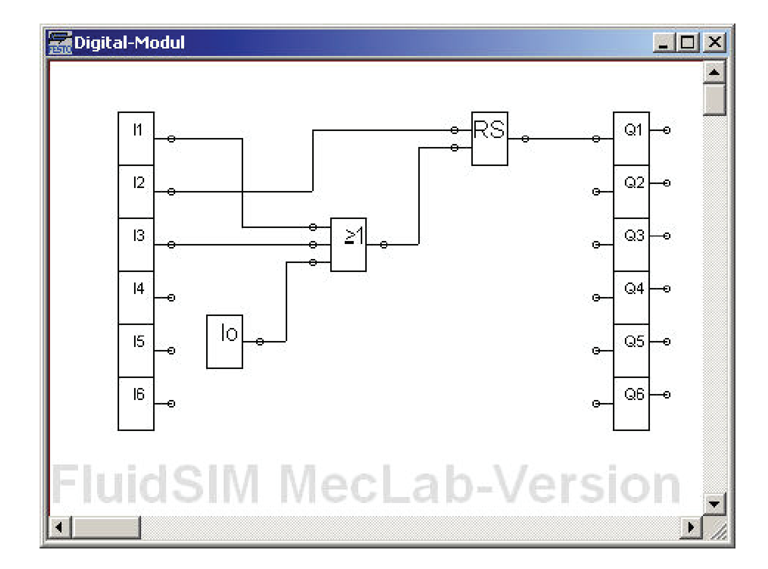


Abbildung 5.9: Digital-Modul mit Logikgliedern

Hinweis
Der lo-Baustein dient dazu, den dritten Eingang des ODER-Gliedes immer auf Null zu setzen. Das Programm funktioniert auch ohne den lo-Baustein, jedoch vermeidet man dadurch eine Fehlerquelle, da der Eingang sonst undefiniert sein könnte.

Schritt 3: Erprobung der Lösung durch eine Simulation

Um die Simulation zu starten, muss das Fenster des Digital-Moduls geschlossen werden. Das Programm ist jetzt bereit und kann mit einem Klick auf „Start“ sowie dem Schließen des Hauptschalters gestartet werden.

Durch Anklicken des Tasters T1 startet der Motor (erkennbar durch einen kleinen Pfeil). Durch Anklicken des Sensors S1 kann das Ansprechen des Sensors simuliert werden. Der Motor stoppt.

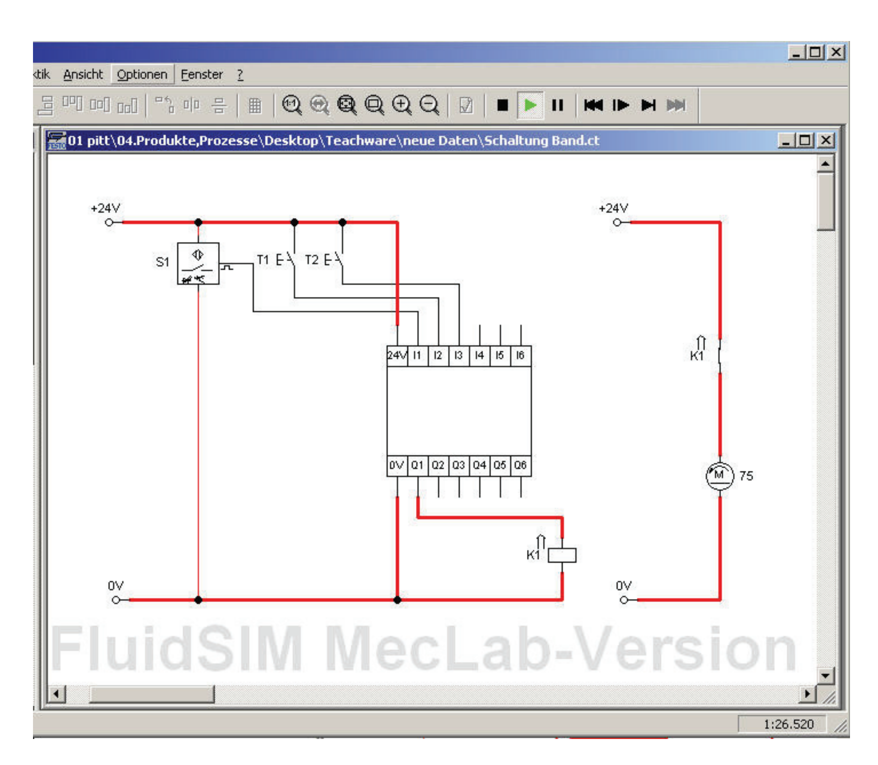


Abbildung 5.10: Simulationsmodus, Taster T1 betätigt

Schritt 4: Test mit der realen Station Transportband

Um mit dem FluidSIM®-Programm die Station zu steuern, muss das Symbol des Multipolverteilers in das Programm eingefügt werden (vgl. Abbildung 5.11).

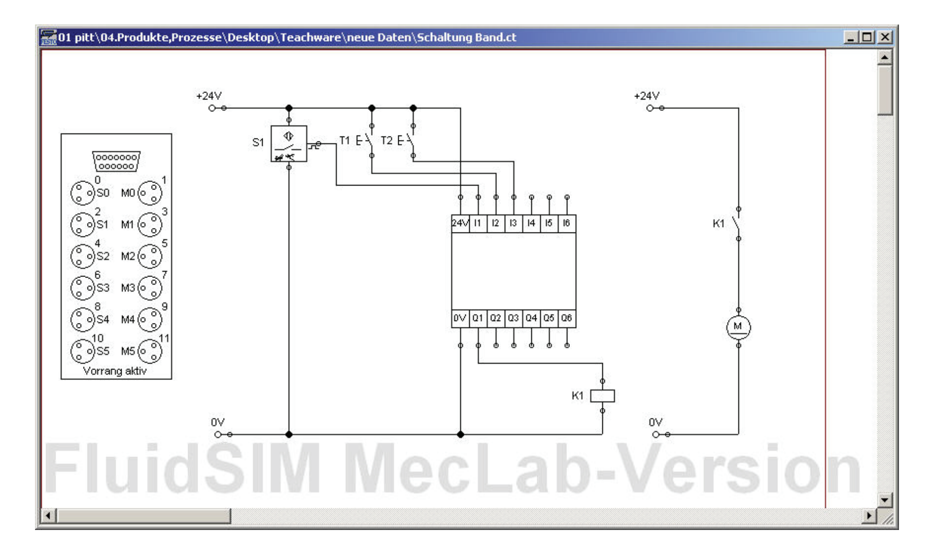


Abbildung 5.11: Programm mit Multipolverteiler

Nun werden im Symbol des Multipolverteilers die Marken angepasst. Dazu wird das Symbol durch Doppelklick geöffnet (Abbildung 5.12) und die Marken gemäß Tabelle 5.1 geändert.

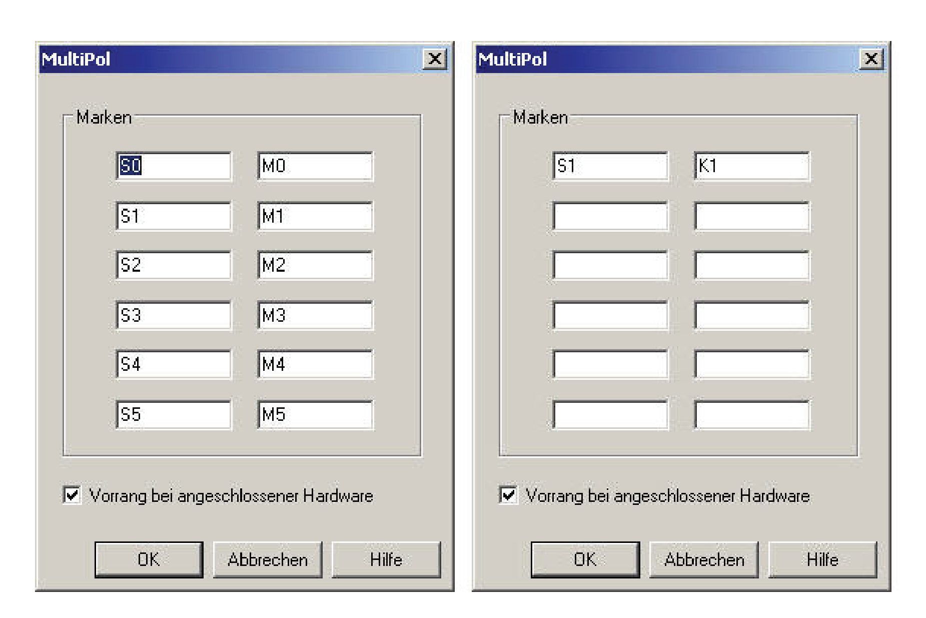


Abbildung 5.12: Dialogfenster Multipolverteiler vor und nach Setzen der Marken

Die Marken müssen mit denen übereinstimmen, welche im elektrischen Schaltplan verwendet wurden. Das Multipolsymbol stellt dann die Verbindung zur Station her. Dabei ist es unwichtig, wie die Marken heißen. Wichtig ist nur, dass im elektrischen Schaltplan dieselbe Marke für dasselbe Element benutzt wird und dass dieses Element im richtigen Steckplatz am Multipolverteiler eingesteckt ist.

Hinweis
Im Kontrollfeld „Vorrang bei angeschlossener Hardware" muss der Haken gesetzt sein. Dies stellt sicher, dass die Signale der echten Sensoren und nicht die der simulierten im Programm benutzt werden.

Wird nun die Simulation gestartet und die Taste T1 betätigt, startet der Bandmotor. Im Multipolsymbol ist der Zustand der Ein- und Ausgangskanäle farbig markiert. Am Multipolverteiler der Station wird der Status der Ein- und Ausgangskanäle durch LEDs angezeigt.

Das Programm kann nun Schritt für Schritt erweitert werden, um die andern Aktoren der Station einzubinden.

6 Station Handling

6.1 Technische Bedeutung

In jeder automatisierten Montageanlage müssen die Werkstücke bewegt, orientiert und montiert werden. Diese Aufgabe übernehmen sogenannte Handhabungsautomaten. Die bekanntesten und leistungsfähigsten Vertreter sind die Industrieroboter (vgl. Abbildung 6.1).

Industrieroboter sind frei programmierbar, besitzen mindestens 4 Achsen (d.h. angetriebene Gelenke) und zeichnen sich deshalb durch eine sehr große Flexibilität aus. Weiterhin sind Industrieroboter sehr schnell (über 1 m/s) und genau (Wiederholgenauigkeit unter 50 µm).

Bei vielen Montageaufgaben sind einfachere Handhabungsgeräte ausreichend.



Abbildung 6.1: Industrieroboter (Werkbild Fa. Festo Didactic)

Kennzeichnend für alle Arten von Handhabungsgeräte sind folgende Leistungsdaten:

- Anzahl der Achsen
- Geschwindigkeit
- Genauigkeit
- Arbeitsraum

Eines der wichtigsten Teilsysteme eines Handhabungsgerätes sind die Greifer, mit denen der Kontakt zum Werkstück hergestellt wird. Es gibt viele verschiedene Bauarten von Greifern:

- mechanische Greifer mit zwei oder drei Greifbacken greifen Werkstücke ähnlich wie eine Hand. Weil die Finger dieser Greifer aber nicht so flexibel sind wie die Finger einer echten Hand, müssen die Greifbacken in der Regel an das zu greifende Werkstück angepasst werden.
- Vakuumgreifer halten die Werkstücke durch Unterdruck. Sie sind besonders geeignet für flächige Werkstücke, weniger für poröse, weil bei diesen kein Vakuum aufgebaut werden kann.
- Magnetgreifer für magnetisierbare Werkstücke
- Haftgeifer, bei denen die Werkstücke mit einer Klebefolie gehalten werden. Diese werden seltener eingesetzt, will sie sehr verschmutzungsempfindlich sind.

Weil die häufigste Aufgabe zweiachsigen Handhabungsautomaten darin besteht, Werkstücke aus einem Magazin zu entnehmen (Pick) und anschließend woanders wieder abzulegen oder zu montieren (Place), spricht man auch von Pick&Place-Geräten.

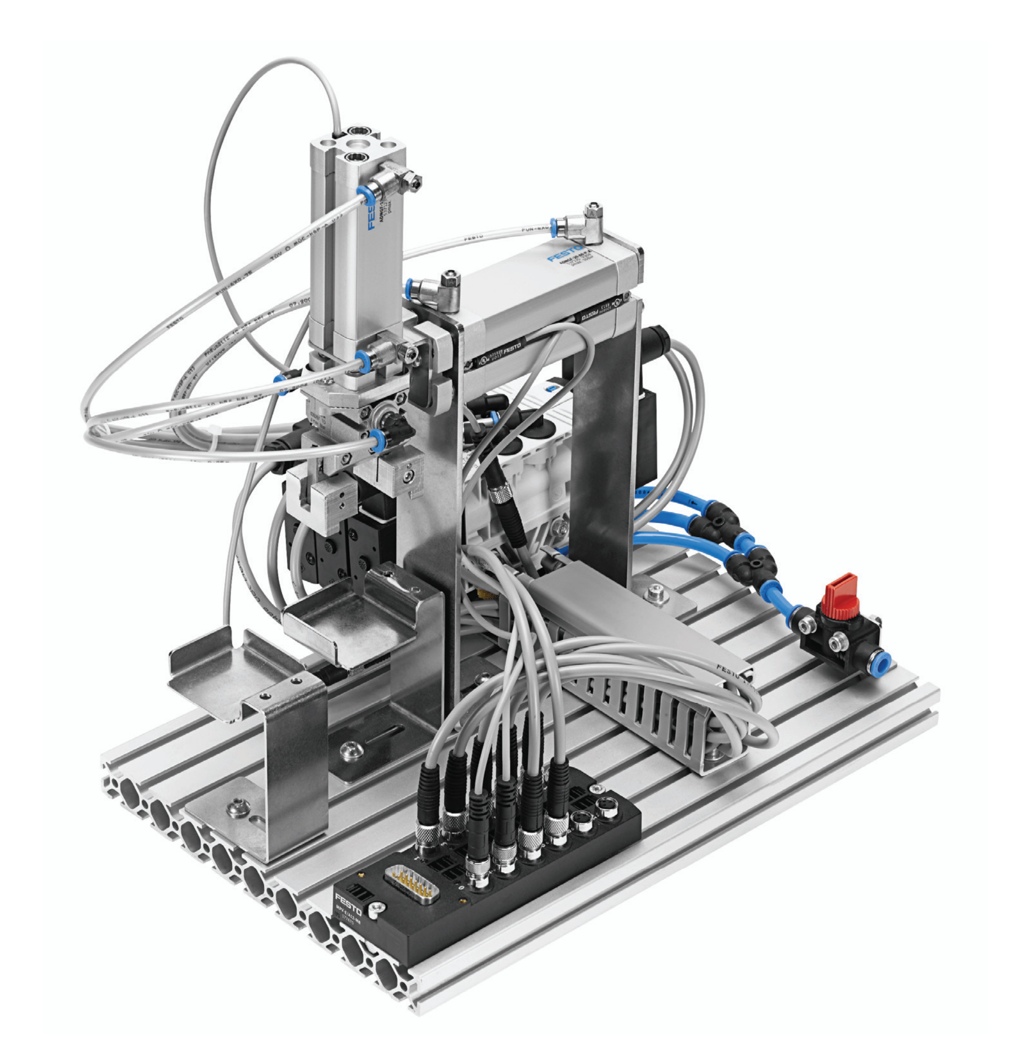


Abbildung 6.2: Station Handling

6.2 Komponenten der Station Handling

Die Station Handling besteht aus

- zwei pneumatischen Linearachsen
- einem pneumatischen Greifer
- drei Ventilen zu Steuerung der pneumatischen Aktoren
- vier magnetischen Näherungsschaltern zur Erfassung der Position der Achsen

und weitern Komponenten.

Die Tabelle gibt eine Übersicht über die Komponenten, deren Bedeutung und dem zugehörigen Schaltzeichen.

Abbildung	Symbol	Beschreibung
		Greifer zum Festhalten der Werkstücke
		Magnetischer Näherungsschalter zur Erfassung der Lage des Zylinderkobens
	2 1 3	3/2 Wege Absperrhahn zum Absperren der Druckluft und Entlüften
		T-Verteiler zur Verteilung der Druckluft
		Doppeltwirkender geführter Zylinder

Abbildung	Symbol	Beschreibung
		Drossel-Rückschlagventil, dient zur Geschwindigkeitsregulierung der pneumatischen Antriebe
	4 2 1 3	4/2 Wege-Magnetventil, mit pneumatischer Rückstellung
	4 2 1 3	4/2-Wege Magnet-Impulsventil
	S0 M0 S1 M1 S2 M2 S3 M3 S4 M4 S5 M5	Multipolverteiler, Schnittstelle zum Anschluss aller Aktoren und Sensoren der Station Handling an den Steuer-PC

6.3 Inbetriebnahme der Station Handling

Die Station Handling besteht aus einem zweiachsigen Handhabungsgerät, das für einfache Montageaufgaben völlig ausreicht.

Beispiel
Zusammenfügen von Deckel- und Bodenteil des Werkstückes.

Die Station Handling kann mehrere Aufgaben übernehmen:

- Bewegen eines Werkstückes
- Montage des Bodenteils mit dem Deckel
- In Zusammenarbeit mit den anderen Stationen von MecLab® können Sortier- oder Montagefunktionen realisiert werden.

In der Station Handling ist ein mechanischer Zwei-Backen-Greifer eingebaut, dessen Greifbacken an das zylindrische Werkstück angepasst wurden. Dieser Greifer kann gegen einen Vakuumgreifer ausgetauscht werden, der als Zubehör erhältlich ist.

Die Station Handling wird fertig aufgebaut geliefert. Allerdings kann es notwendig sein, die Aufnahmen für die Werkstücke neu zu justieren, damit der Greifer die Werkstücke sauber aufnehmen und ablegen kann.

Als Basis für das Handling dient eine Aluminiumprofilplatte mit Nuten, auf der die Einzelteile des Moduls mit Hammermuttern befestigt werden. Alle anderen Komponenten sind ebenfalls verschraubt und können mit dem mitgelieferten Maul- und Innensechskantschlüssel zerlegt und montiert werden. Der mitgelieferte Schraubendreher dient vor allem zur Einstellung der Drossel-Rückschlagventile. Benötigte Pneumatikschläuche können mit dem Schlauchschneider in der passenden Länge abgeschnitten werden (Verwenden Sie keine Scheren oder andere Messer, weil dies zu Undichtigkeiten führen kann).

Zur Inbetriebnahme muss das Teilsystem Handling wie in Abschnitt 3 beschrieben mit dem EasyPort an die USB-Schnittstelle des PC sowie mit dem mitgelieferten 24V-Netzteil an die Stromversorgung angeschlossen werden.

Werden die mitgelieferten Beispielprogramme benutzt, ist auf die korrekte Verdrahtung der Aktoren und Sensoren zu achten. Die richtige Steckerbelegung ist in einer Prinzipskizze im Beispielprogramm beschrieben.

6.4 Umsetzung einer einfachen Aufgabe mit der Station Handling

Das Handling stellt in einer Fertigungsstraße oft die Verbindung zwischen zwei Arbeitsstationen dar. Es kann den Transport von Werkstücken zwischen zwei Stationen übernehmen. Die Funktionsweise der Software FluidSIM® sowie ihr Zusammenwirken mit der Station Handling soll an einer Beispielaufgabe Schritt für Schritt verdeutlicht werden.

Der vorgestellte Lösungsweg stellt eine mögliche Lösungsvariante dar und sollte nur als Anregung verstanden werden, sich mit dem System vertraut zu machen.

Aufgabenstellung

Entwickeln Sie eine computergestützte Handsteuerung mit folgenden Funktionen:

- Ausfahren der x-Achse auf Tastendruck, aber nur, wenn der Zylinder sich in der hinteren Endlage befindet.
- Einfahren der x-Achse auf Tastendruck, aber nur, wenn der Zylinder sich in der vorderen Endlage befindet.

Vorgehen beim Lösen der Aufgabenstellung

Das Lösen dieser Aufgabenstellung lässt sich in fünf Phasen gliedern:

1. Vorüberlegungen und Prinzipskizze
2. Zuordnungstabellen für die Elemente
3. Schaltplanerstellung und Programmierung mit FluidSIM®
4. Test mit FluidSIM® in der Simulation
5. Testen des Programms am realen Handling

Vorüberlegungen

– Prinzipskizze des Handlingaufbaus
  Zunächst ist es sinnvoll, eine Prinzipskizze des mechanischen Aufbaus anzufertigen, um die Lage der Sensoren und Aktoren zu erkennen. Eine mögliche Prinzipskizze der an der Aufgabe beteiligten Bauteile kann wie in Abbildung 6.3 aussehen. Diese Prinzipskizze kann eine Handzeichnung oder mit dem Computer erstellt sein.

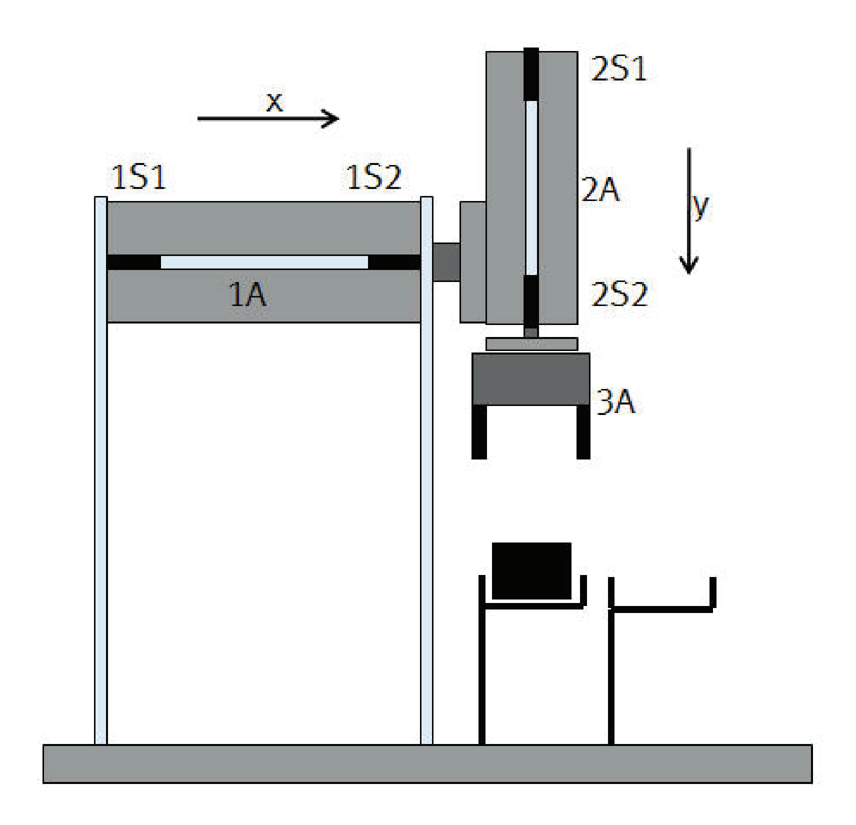


Abbildung 6.3: Prinzipskizze der Station Handling

– Pneumatischer Schaltplan
  Weiterhin ist es sinnvoll, einen pneumatischen Schaltplan sowie eine Zuordnungstabelle der Ein- und Ausgangssignale anzufertigen. Dieser Schaltplan kann mit FluidSIM® oder als Handskizze erstellt werden.

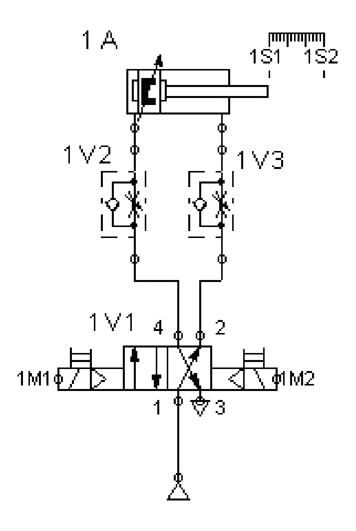


Abbildung 6.4: Pneumatischer Schaltplan (nur x-Achse)

Steckplatz	Belegung	Beschreibung
0	1S2	Sensor für vordere Endlage
2	1S1	Sensor für hintere Endlage
1	1M1	Ventilmagnet (Zylinder ausfahren)
3	1M2	Ventilmagnet (Zylinder einfahren)

Tabelle 6.1: Zuordnungstabelle Station Handling

Analyse der Aufgabestellung

Bevor man mit dem Programmieren beginnt, sollte man sich über die Aufgabenstellung im Klaren sein. Dazu ist es sinnvoll, die Aufgabenstellung mit eigenen Worten wiederzugeben oder einen Ablaufplan zu erstellen.

- Der Kolben des horizontalen, doppeltwirkenden Zylinders soll aus der Ausgangslage (eingefahren) ausfahren. Der Befehl hierfür wird über einen Taster in FluidSIM® erteilt.
- Der Zylinder darf aber nur ausfahren, wenn er sich in der hinteren Endlage befindet, d.h. eingefahren ist. Dies kann über den Näherungsschalter abgefragt werden. Dieser Näherungsschalter ist in der Prinzipskizze und im Schaltplan mit 1S1 bezeichnet.
- Der Rückhub soll ebenfalls durch ein Tastersignal ausgeführt werden. Aber auch in diesem Fall darf der Zylinder nur einfahren, wenn er vorher voll ausgefahren war.
- Der Sensor für die vordere Endlage ist in der Prinzipskizze mit 1S2 bezeichnet.
- Im FluidSIM®-Programm benötigt man zwei Taster für die Bedienung.
- Der horizontale Zylinder wird über ein bistabiles 4/2-Wege-Magnetventil angesteuert. Durch Einschalten des Ventilmagneten 1M1 fährt der Zylinder aus, durch Einschalten des Ventilmagneten 1M2 fährt der Zylinder ein. Weil es sich um ein bistabiles oder Impulsventil handelt, genügt ein kurzer Stromstoß, damit das Ventil (und damit der Zylinder) in der jeweiligen Schaltstellung bleibt.

Schaltplanerstellung und Programmieren mit FluidSIM®

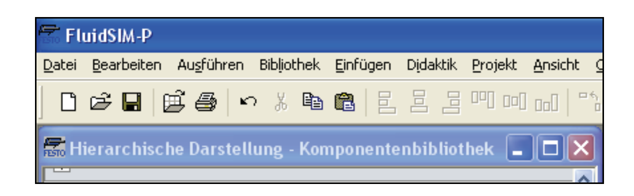
Zur Programmierung wird die beiliegende Software FluidSIM® genutzt. Dies ermöglicht es, die Schaltung zunächst auf dem Rechner zu simulieren. Sollte sich in der Simulation kein Fehler ergeben, kann die Station direkt angesteuert und betrieben werden.

Da der Versuchsaufbau aus elektrischen und pneumatischen Bauteilen besteht, ist für beide Systemkomponenten im Programm FluidSIM® ein Schaltplan zu erstellen. Es empfiehlt sich zunächst den pneumatischen und im Anschluss daran den elektrischen Schaltplan zu entwickeln.

Schritt 1: Öffnen von FluidSIM®

Als Vorbereitung zum Erstellen des Schaltplanes ist es zunächst notwendig, eine neue Seite zu erstellen, um eine aktive Arbeitsfläche zu erhalten. Dazu muss FluidSIM® durch Doppelklick auf das Programmsymbol geöffnet werden:

– Aufrufen einer neuen Arbeitsfläche
  In der zweiten Menüleiste links auf das leere weiße Blatt klicken (oder auf „Datei › Neu“).
  Es erscheint eine neue, leere Arbeitsfläche für eine Steuerung.



– Abspeichern der neuen Steuerung
  Hierzu in der Menüleiste „Datei › Speichern unter ...“ auswählen und die Datei an der gewünschten Stelle auf einem Datenträger mit selbst gewählten Namen speichern.

Schritt 2: Einfügen der Komponenten

Die zum Erstellen des pneumatischen Schaltplans notwendigen Komponenten befinden sich in der Symbolleiste auf der linken Bildschirmseite. Sie werden in den Schaltplan eingefügt, indem man:

- das entsprechende Symbol anklickt,
- die linke Maustaste gedrückt hält,
- das Symbol an die gewünschte Stelle des Schaltplanes zieht und dort die Maustaste loslässt.

Das pneumatische System besteht aus einem doppeltwirkenden Zylinder, einem bistabilen 4/2-Wege-Magnetventil, zwei Drossel-Rückschlagventilen und der Druckluftversorgung. Abbildung 6.5 zeigt die Komponenten auf der Arbeitsfläche.

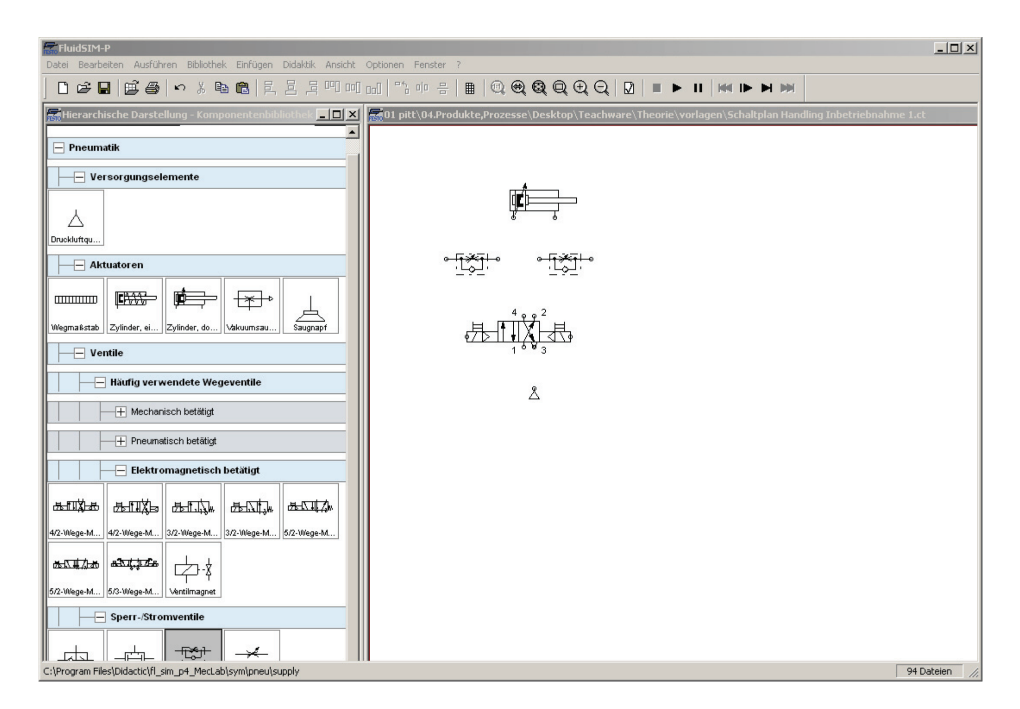


Abbildung 6.5: Komponenten des pneumatischen Schaltplans

Schritt 3: Ausrichten der Drossel-Rückschlagventile

Die Drossel-Rückschlagventile sollten gedreht werden, um einen übersichtlichen Schaltplan zu erhalten. Dies erreicht man, indem man das Symbol des Drossel-Rückschlagventils auf der Arbeitsfläche mit der rechten Maustaste anklickt und im Kontextmenü den Menüpunkt „Rotieren“ und dann „270°“ wählt.

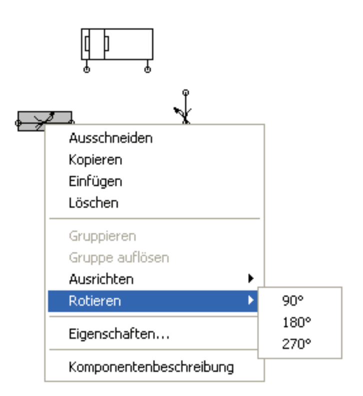


Abbildung 6.6: Ausrichten der Drossel-Rückschlagventile

Schritt 4: Komponenten verschlauchen

Anschließend müssen die Komponenten verschlaucht, d.h. miteinander verbunden werden. Dazu fahren Sie mit dem Mauszeiger über einen Knotenpunkt des Symbols bis ein Fadenkreuz dargestellt wird. Mit gedrückter linker Maustaste fahren Sie dann bis zum gewünschten Knotenpunkt des nächsten Symbols. Sobald durch das Fadenkreuzsymbol die Verbindung bestätigt wird, lassen Sie die linke Maustaste los.

Danach sieht der pneumatische Schaltplan so aus:

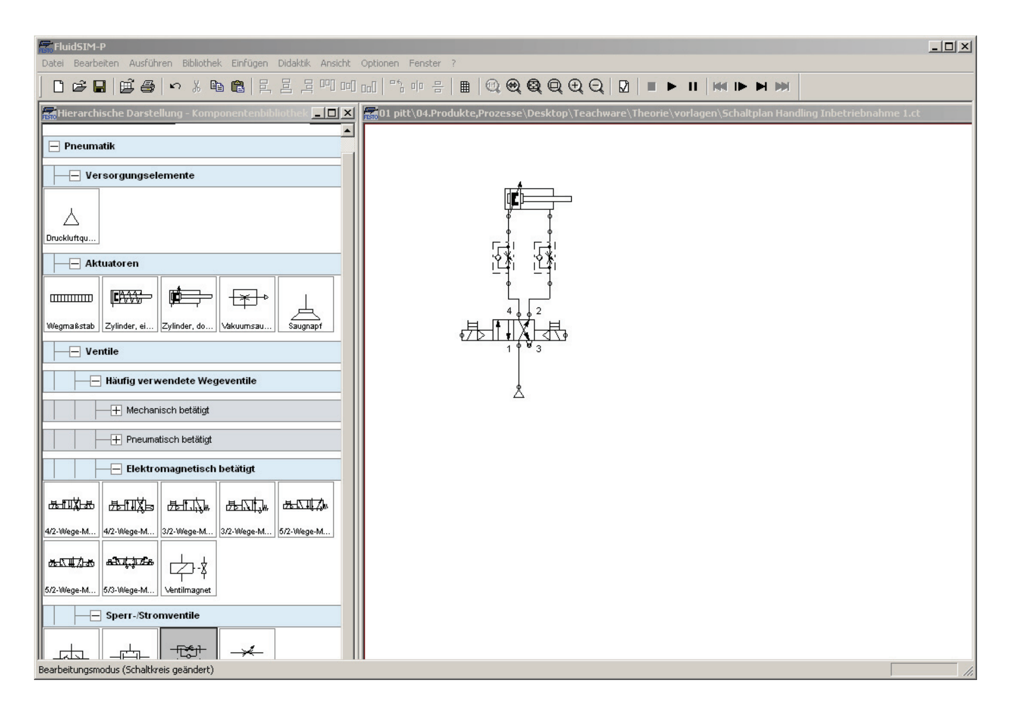


Abbildung 6.7: Verschlauchen der Komponenten

Schritt 5: Marken setzen und Näherungsschalter einfügen

Damit später die Verknüpfung mit dem elektrischen Schaltplan und der realen Hardware hergestellt werden kann, müssen Marken gesetzt werden. Diese Marken benötigt man für alle elektrischen Komponenten, also Ventilmagnete und Näherungsschalter.

Um die Ventilmagnete zu markieren, klickt man mit der rechten Maustaste auf den Ventilmagnet und wählt den Menüpunkt „Eigenschaften“. Im Feld „Marke“ wird die Bezeichnung des Ventilmagnets eingetragen, hier 1M1 und 1M2 (für den ersten bzw. zweiten Ventilmagnet des ersten Ventils).

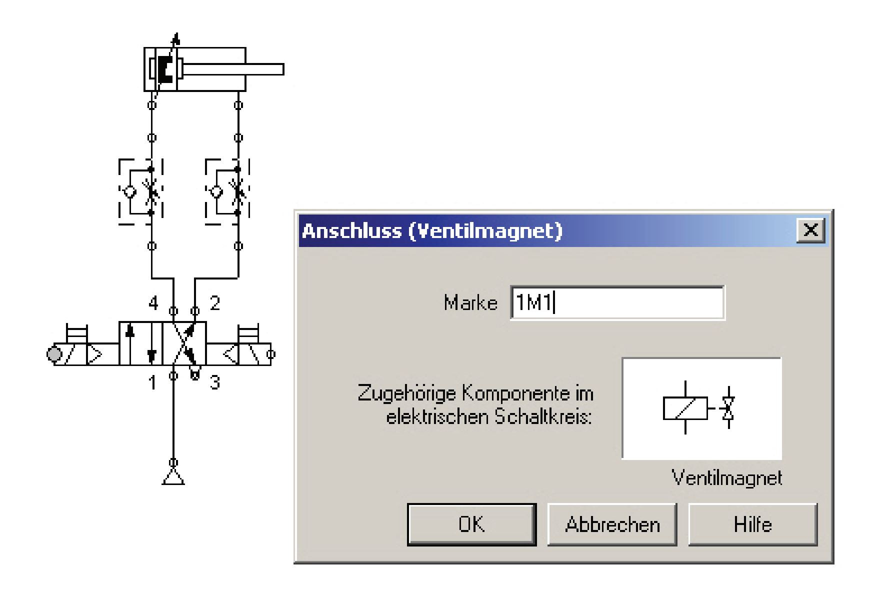


Abbildung 6.8: Eintragen einer Marke am Ventilmagnet

Um die Näherungsschalter am Zylinder anzubringen, klickt man mit der rechten Maustaste auf den Zylinder. Es wird ein Fenster geöffnet, in dem man die am Zylinder angebrachten Näherungsschalter und deren Position eintragen kann.

Der Zylinder trägt zwei Näherungsschalter, einen in der hinteren und einen in der vorderen Endlage. Die Position des einen Näherungsschalters ist daher 0 mm, die des anderen 100 mm. Die Näherungsschalter werden mit 1S1 und 1S2 bezeichnet (für den ersten und zweiten Näherungsschalter des ersten Zylinders).

Durch Klick auf „OK“ wird das Eingabefenster wieder geschlossen.

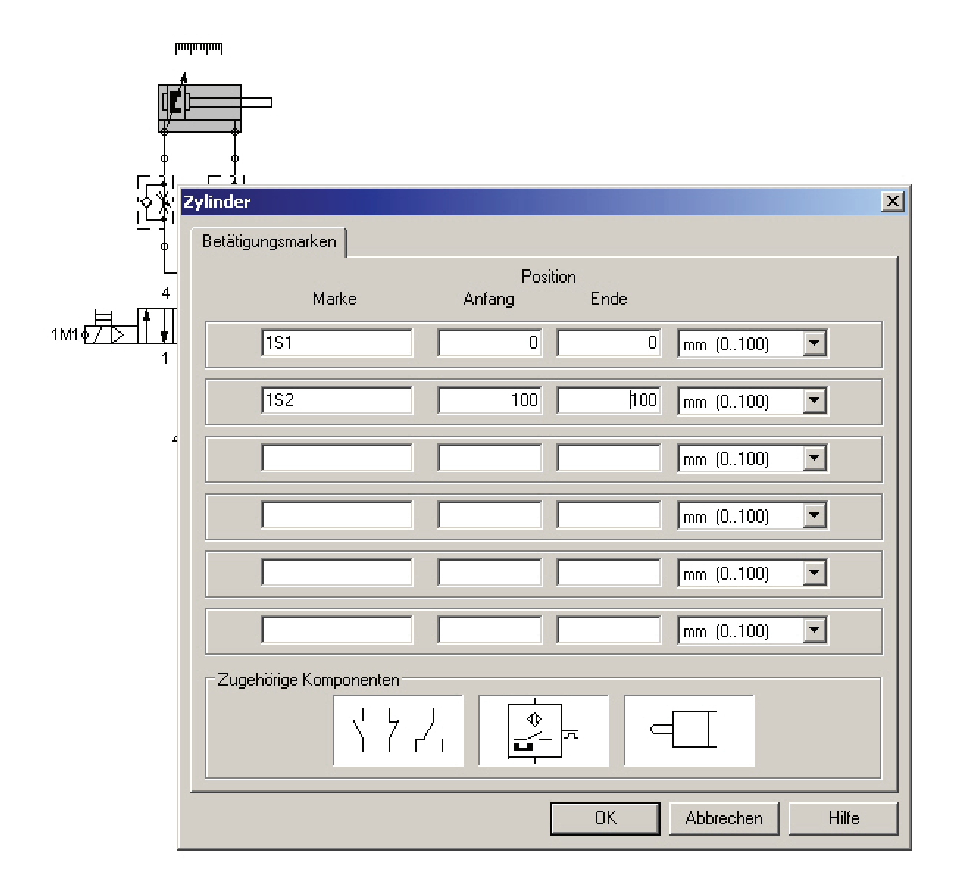


Abbildung 6.9: Eintragen der Näherungsschalter

Schritt 6: Test des pneumatischen Schaltkreises

Durch Betätigen des Start-Buttons wird die Simulation gestartet. Wird eine der beiden Handhilfsbetätigungen angeklickt, steuert das Ventil um und der Zylinder fährt ein oder aus.

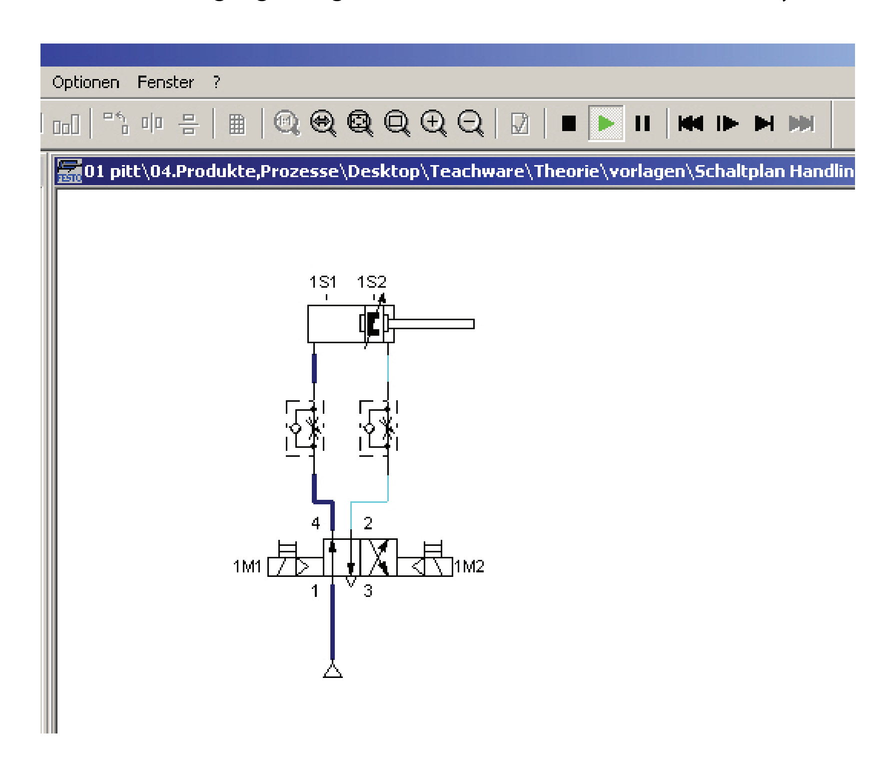


Abbildung 6.10: Simulation des pneumatischen Schaltkreises

Schritt 7: Komponenten und Verdrahten des elektrischen Schaltkreises

Die Komponenten des elektrischen Schaltkreises werden in der gleichen Weise wie die pneumatischen eingefügt und verbunden.

Nach Einfügen und verdrahten der Komponenten sollte die Arbeitsfläche so aussehen:

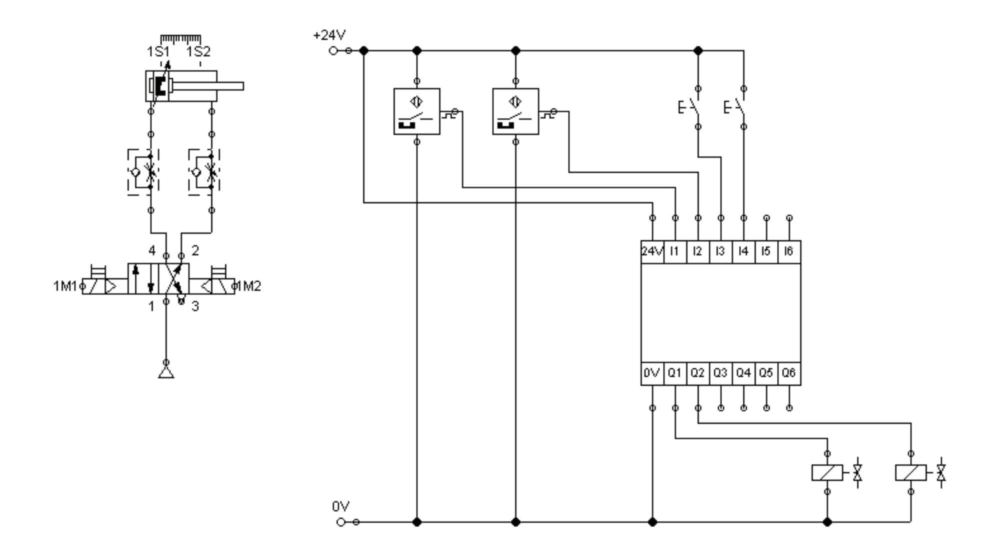


Abbildung 6.11: Einfügen und Verdrahten der elektrischen Komponenten

Schritt 8: Vergabe von Marken

Um die elektrischen mit den pneumatischen Komponenten zu verbinden, müssen auch die elektrischen Komponenten mit Marken versehen werden.

Auch dies geschieht analog zu den pneumatischen Komponenten durch Anklicken mit der rechten Maustaste und Eintragen der Marken in ein Eingabefenster. Markiert werden müssen die Ventilmagnete und die Sensoren.

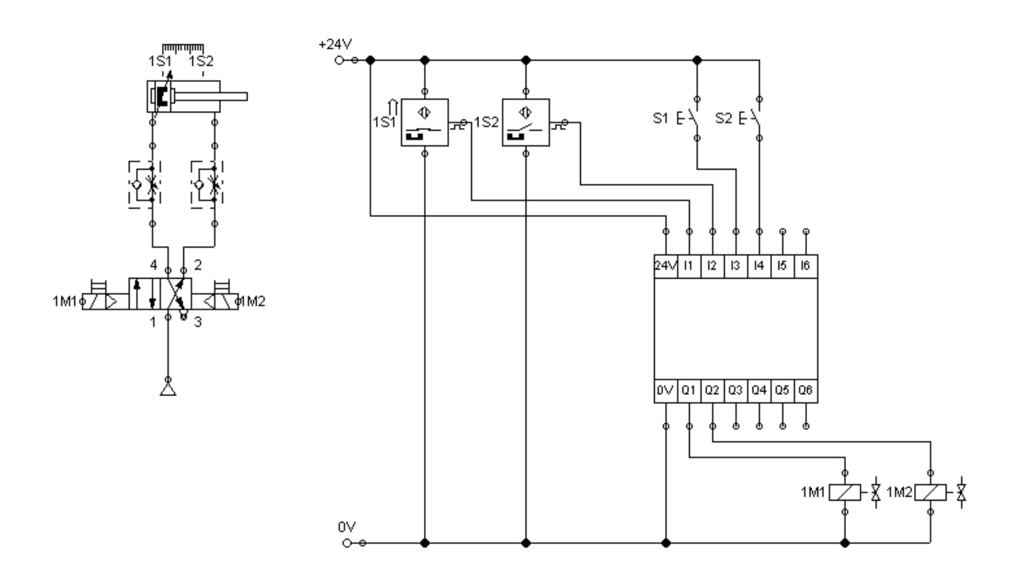


Abbildung 6.12: Vergabe von Marken für die elektrischen Komponenten

Außerdem werden noch die beiden Taster mit S1 und S2 bezeichnet.

Schritt 9: Erstellen des Steuerungsprogramms

Um das Steuerungsprogramm in das Digital-Modul eingeben zu können, wird das Digital-Modul durch Doppelklick geöffnet. Es erscheint ein neues Fenster mit den Ein- und Ausgangskanälen des Digital-Moduls.

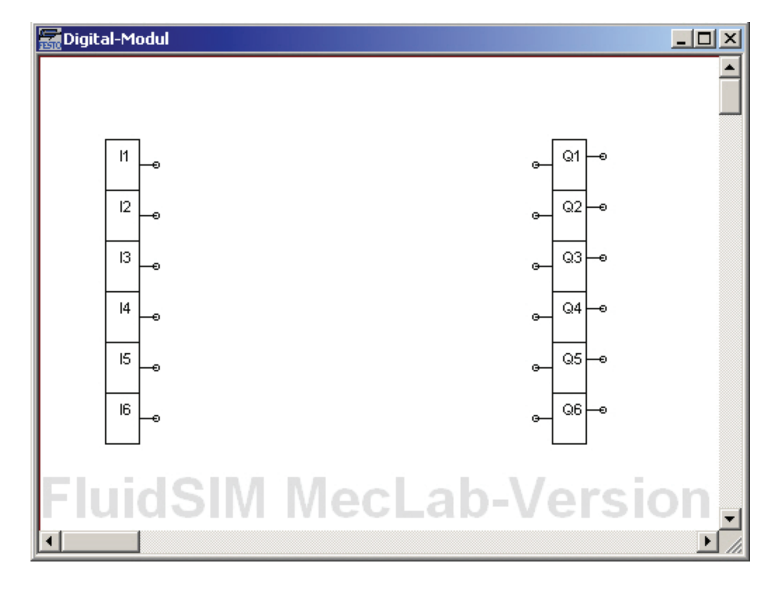


Abbildung 6.13: Ein- und Ausgangskanäle des Digital-Moduls

Auf der linken Seite befinden sich die mit I1 bis I6 bezeichneten Eingänge, auf der rechten Seite die mit Q1 bis Q6 bezeichneten Ausgänge. Die Ein- und Ausgänge werden nun mit Logikbausteinen verknüpft. Diese befinden sich in der Symbolleiste links am Bildschirm und werden wie alle anderen Komponenten in die Arbeitsfläche gezogen.

Die Aufgabenstellung verlangt, dass der Zylinder ein- bzw. ausfährt, wenn jeweils der zugehörige Taster betätigt und der Zylinder die entsprechende Endlage erreicht hat:

- Wenn Taster S1 und Näherungsschalter 1S1 betätigt sind, dann wird Ventilmagnet 1M1 eingeschaltet.
- Wenn Taster S2 und Näherungsschalter 1S2 betätigt sind, dann wird Ventilmagnet 1M2 eingeschaltet.

Es werden also zwei UND-Glieder im Programm benötigt. Weil das UND-Glied in FluidSIM® drei Eingänge hat, werden zwei hi-Glieder verwendet, um den dritten, eigentlich nicht benötigten Eingang immer auf High zu setzen. Ansonsten würde FluidSIM® durch eine Fehlermeldung darauf aufmerksam machen, dass ein Eingang nicht belegt ist.

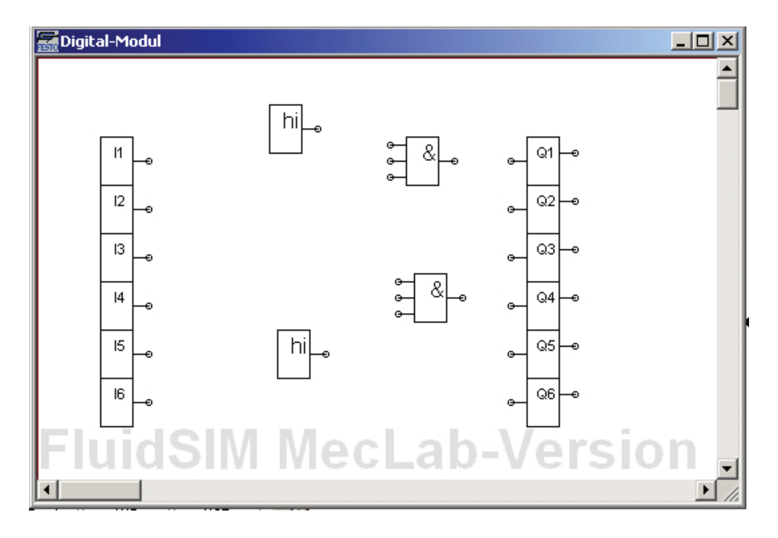


Abbildung 6.14: Digital-Modul mit Logikgliedern

Hinweis
Nicht belegte Eingänge von UND-Gliedern werden in FluidSIM® immer auf high gesetzt.

Die Logikglieder werden nun verbunden und damit das Logikprogramm erstellt (vgl. Abbildung 6.15). Durch Schließen des Eingabefensters wird das Programm im Digital-Modul (SPS) gespeichert. Nach Schließen des Fensters kann die Simulation gestartet werden.

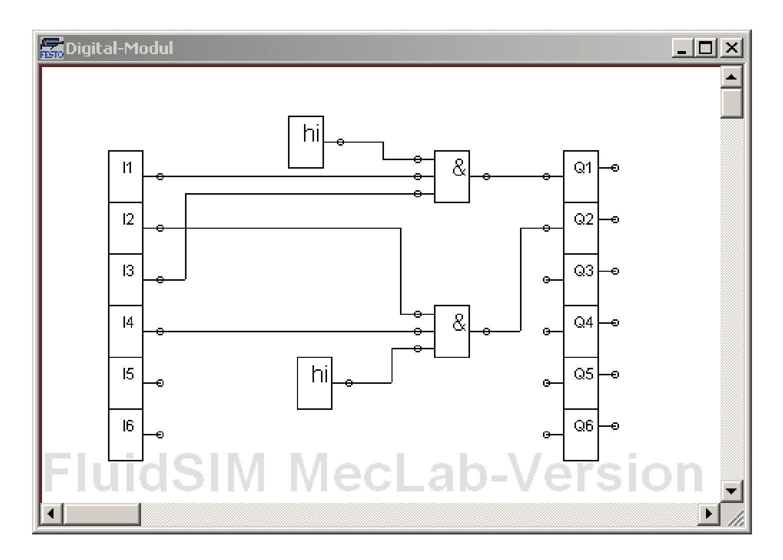


Abbildung 6.15: vollständiges Logikprogramm

Test der Lösung in der Simulation

Durch Klick auf die „Start“ Taste wird die Simulation gestartet. Wird dann Taster S1 betätigt, fährt der Zylinder in der Simulation aus, mit Taster S2 wieder ein.

> **Beachten Sie:**
> Erst nach Erreichen der jeweiligen Endlage kann wieder umgesteuert werden.

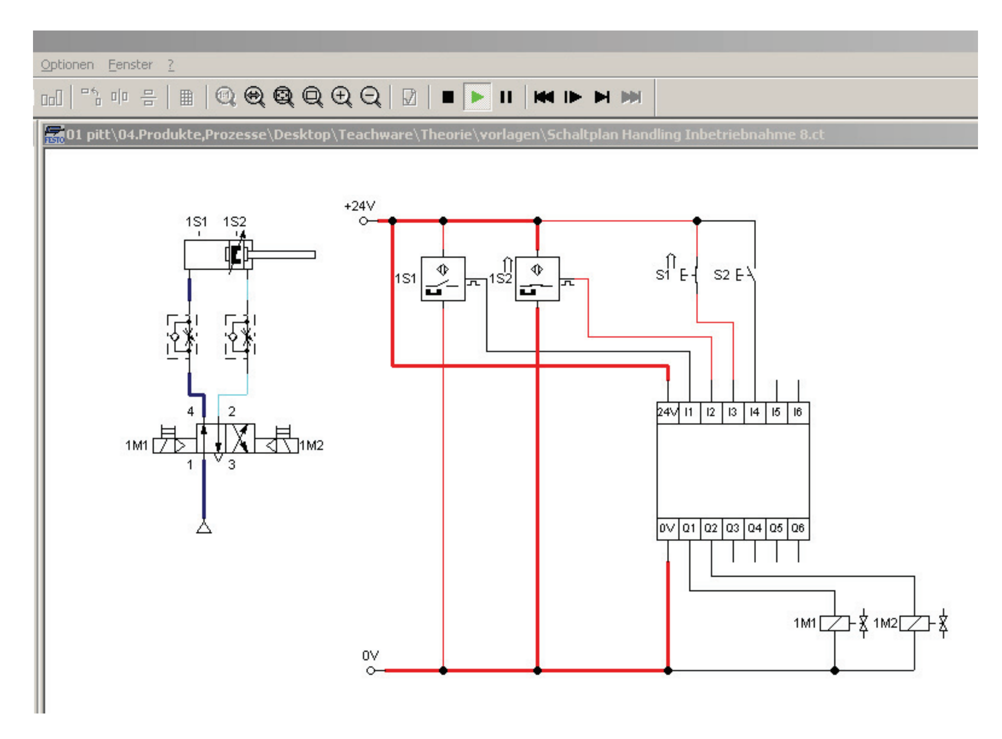


Abbildung 6.16: Simulation des Schaltkreises

Test am realen Handling

Um die Station Handling mit FluidSIM® zu verbinden, muss der EasyPort in den Multipolverteiler der Station gesteckt und dieser mit dem USB-Kabel mit dem PC und mit der Stromversorgung verbunden werden.

Im FluidSIM®-Programm wird nun das Symbol des Multipolverteilers auf die Arbeitsfläche gezogen.

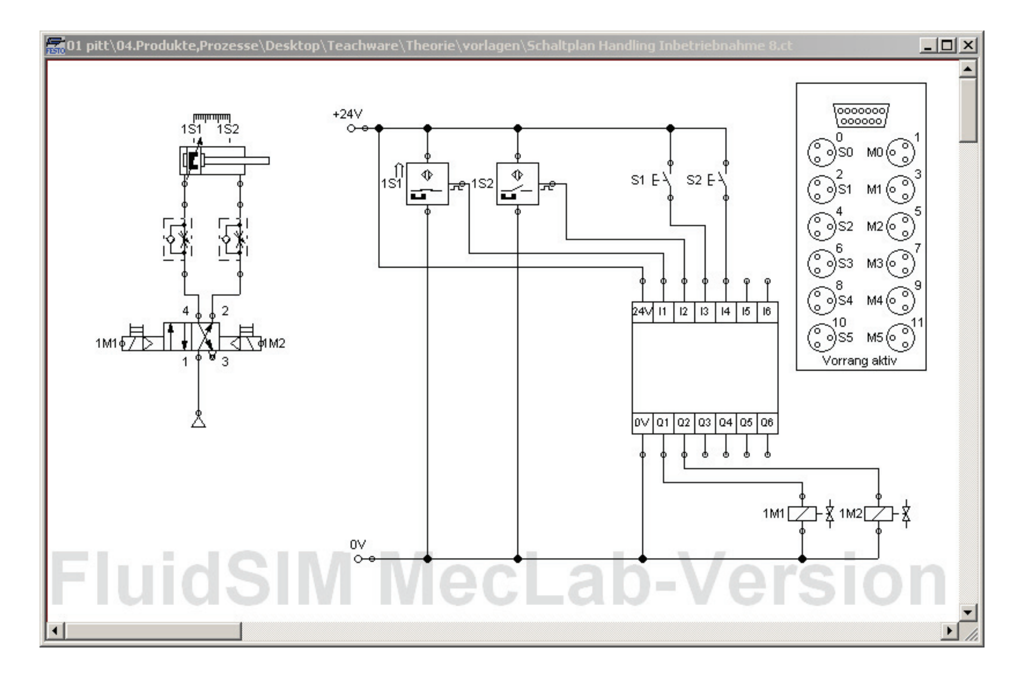


Abbildung 6.17: Multipolverteilersymbol zur Anbindung der Station

Nun müssen noch im Symbol des Multipolverteilers die Marken angepasst werden. Dazu wird das Symbol durch Doppelklick geöffnet (Abbildung 6.18).

Danach werden Marken gemäß der Tabelle 6.1 geändert. Die Marken müssen mit denen übereinstimmen, welche im pneumatischen und elektrischen Schaltplan verwendet wurden. Das Multipolsymbol stellt dann die Verbindung zur Station her. Dabei ist es unwichtig, wie die Marken heißen (1M1 ist die in der Technik übliche Bezeichnung, die Marke könnte auch „Ventilmagnet links“ heißen). Wichtig ist nur, dass im pneumatischen und elektrischen Schaltplan dieselbe Marke für dasselbe Element benutzt wird und dass dieses Element im richtigen Steckplatz am Multipolverteiler eingesteckt ist.

Hinweis
Im Kontrollfeld „Vorrang bei angeschlossener Hardware“ muss der Haken gesetzt sein. Dies stellt sicher, dass die Signale der echten Sensoren und nicht die der simulierten im Programm benutzt werden.

Wird nun die Simulation gestartet und die Taste S1 betätigt, wird der Zylinder der Station ausfahren. Im Multipolsymbol ist der Zustand der Ein- und Ausgangskanäle farbig markiert. Am Multipolverteiler der Station wird der Status der Ein- und Ausgangskanäle durch LEDs angezeigt. Das Programm kann nun Schritt für Schritt erweitert werden, um die andern Aktoren und Sensoren der Station einzubinden.

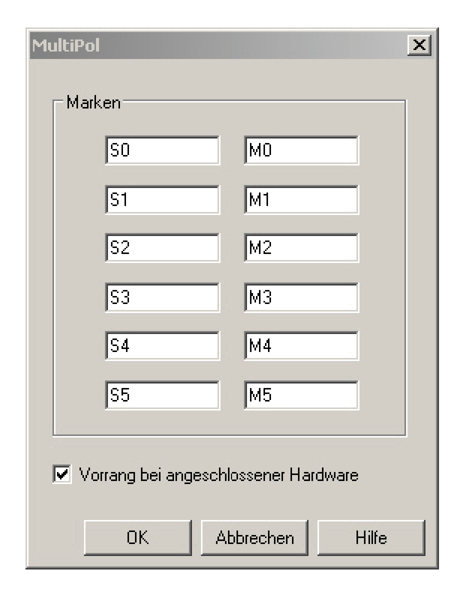


Abbildung 6.18: Dialogfenster des Multipolverteilers vor Änderung der Marken

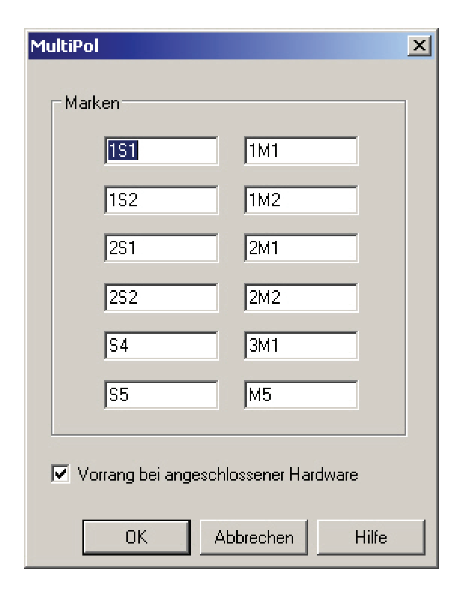


Abbildung 6.19: Dialogfenster des Multipolverteilers mit geänderten Marken

Die Prinzipskizze, der Schaltplan und das Logikprogramm bilden zusammen die technischen Unterlagen des Projektes. Gegebenenfalls können diese durch Bedienungsanleitungen und Datenblätter ergänzt werden.

7 Tipps für die Unterrichtsgestaltung

7.1 Übersicht über die mitgelieferten Medien

Das Lernsystem MecLab® besteht aus den drei Komponenten

- Trainingshardware
- Programmier- und Simulationssoftware FluidSIM®
- Lernunterlagen

Die Lernunterlagen bestehen aus folgenden Teilen:

Theorieteil

Der Theorieteil vermittelt die wichtigsten Grundlagen der Automatisierungstechnik und Mechatronik. Hier findet man Informationen über Sensoren, pneumatische und elektrische Antriebe, Relaissteuerungen und Speicherprogrammierbare Steuerungen. Auch ein Abschnitt über die Geschichte der Automatisierungstechnik und die ingenieurwissenschaftliche Arbeitsweise findet sich hier. Dieses Dokument ist als pdf-Datei abgespeichert. Zusammen mit MecLab® haben Sie das Recht erworben, diese Datei auszudrucken und an die Schüler Ihrer Schule zu verteilen. Sie dürfen die Inhalte jedoch nicht verändern.

Inbetriebnahmeanleitung (dieses Handbuch: „Arbeiten mit MecLab®")

Die Inbetriebnahmeanleitung besteht aus einer didaktischen Einführung sowie einer detaillierten Anleitung, wie die drei Stationen von MecLab® aufzubauen und In Betrieb zu nehmen sind. Dies wird Schritt für Schritt erläutert. Es wird empfohlen, den Aufbau der Stationen anhand dieses Dokuments nachzuvollziehen.

Dieses Dokument ist als pdf-Datei abgespeichert. Zusammen mit MecLab® haben Sie das Recht erworben, diese Datei auszudrucken und an die Schüler Ihrer Schule zu verteilen. Sie dürfen die Inhalte jedoch nicht verändern.

Aufgabensammlung

Die Aufgabensammlung enthält zu jeder Station mehrere Aufgabenblätter, die von einfachen Übungen zum Kennenlernen der Komponenten, deren Funktion und Symbolen über die Erstellung von Prinzipskizzen und Schaltplänen bis hin zu komplexen Programmieraufgaben reichen. Die Aufgaben bauen aufeinander auf und verlangen zunehmend mehr Vorwissen. Jede Aufgabe enthält eine knappe Beschreibung der Lernziele. Die Aufgabenblätter sind als sofort einsetzbare Arbeitsblätter für Schüler konzipiert. Die Arbeitsblätter liegen als Word-Dateien vor, Sie können und dürfen diese selbst ändern und Ihren Anforderungen anpassen.

Die benötigten Grundlagen sind im Theorieteil enthalten.

Präsentation

Ebenfalls mitgeliefert wird eine Präsentation im PowerPoint-Format (*.ppt). Diese enthält im Wesentlichen die Abbildungen aus dem Theorieteil, welche für Erklärungen im Rahmen eines Lehrervortrags oder zur Erstellung eigener Unterlagen genutzt werden können.

Trainingshardware
Die Trainingshardware besteht aus den drei Stationen, den EasyPorts, den notwendigen Kabeln, Werkstücken sowie Werkzeug. Zur Durchführung einiger Aufgaben der mitgelieferten Arbeitsblätter ist ein Umbau der Stationen notwendig, z.B. das Wechseln oder Versetzen von Sensoren, An- oder Abbau von Aktoren. Auch die Justage von Sensoren kann erforderlich sein.

Die Stationen sind so gestaltet, dass Komponenten zwischen den Stationen ausgetauscht werden können, so z.B.:
- Die Sensoren der Station Transportband können auch beim Stapelmagazin oder Handling benutzt werden
- Die Stempeleinheit aus der Station Stapelmagazin kann auch beim Transportband angebaut werden.

Außerdem ist es möglich, die Stationen zu einer Montagelinie zusammenzufügen. Auch dazu ist aber ein Umbau bzw. ein Verschieben und Justieren der Komponenten notwendig.

Programmier- und Simulationssoftware FluidSIM®
Die auf der mitgelieferten CD-ROM befindliche Programmier- und Simulationssoftware FluidSIM® ist auf die Funktionen von MecLab® abgestimmt. Die Software wird von der CD-ROM aus auf dem PC installiert und ist danach arbeitsbereit.

7.2 Unterrichtsgestaltung

An dieser Stelle können keine verbindlichen Richtlinien gegeben werden, wie MecLab® im Unterricht einzusetzen ist. Vielmehr sollen hier Erfahrungen aus einem Schulversuch wiedergegeben werden, bei dem MecLab® in 10 allgemeinbildenden Schulen in Baden Württemberg getestet wurde. Dabei hat sich gezeigt, dass der Einsatz realitätsnaher Medien wie MecLab® bei den meisten Schülern eine hohe Motivation zur Folge hatte. Dies gilt natürlich nur dann, wenn die Schüler wirklich Zugang zu den Stationen haben.

MecLab® sollte daher nicht nur als Medium zum Einüben von Programmiertechniken genutzt werden. Ebenso wichtig ist die Beschäftigung mit den mechanischen Aspekten, also der Auf- und Umbau der Stationen. Aufgrund der Rahmenbedingungen in den meisten Schulen kann dieser Aspekt leider nur eingeschränkt verwirklicht werden.

Der Unterricht lässt sich grob in drei Phasen einteilen:
- Vorbereitungsphase
- Projektphase
- Nachbereitung und Bewertung

7.2.1 Vorbereitung

Schüler haben in der Regel keinen direkten Zugang zu industrieller Produktion und damit auch keine unmittelbare Beziehung zu diesem Thema. Daher ist es empfehlenswert, vor der Beschäftigung mit MecLab® eine automatisierte Produktionsanlage mit den Schülern zu besuchen. Dabei spielt es praktisch keine Rolle, was dort produziert wird.

Wichtig ist, dass die Schüler erkennen, dass eine automatisierte Montageanlage immer die Funktionen

- Transportieren
- Handhaben
- Magazinieren und Zuführen

von Werkstücken enthält. Diese Basisfunktionalitäten finden sich daher auch in MecLab® wieder.

Daher sollten vor dem Besuch folgende Fragen mit den Schülern diskutiert werden:

- Welche Bedeutung hat die Automatisierungstechnik heute? Wo findet man Automatisierungstechnik im täglichen Leben?
- Welche Gründe veranlasst Firmen, Automatisierungstechnik einzuführen? Welche Folgen ergeben sich daraus?
- Welche Funktionalitäten finden sich in automatisierten Produktionsanlagen?

Diese Fragen können auch vor Ort in der besuchten Firma angesprochen werden (und sollten daher vor dem Besuch vorbereitet worden sein).

Sollte ein Besuch einer realen Fertigung nicht möglich sein, können die auf der CD-ROM im Verzeichnis Videos mitgelieferten Videos zu dem gleichen Zweck benutzt werden.

In der Nachbereitung sollten dann die Ergebnisse aufbereitet werden und vor allem die Verbindung zum Lernsystem hergestellt werden:

- Welche Funktionen finden sich in den Stationen wieder?
- Welche Komponenten gab es auch in der realen Fertigung?

7.2.2 Gruppenarbeit

Grundsätzlich ist MecLab® für einen projektorientierten Unterricht in Kleingruppen konzipiert. Als optimal hat sich dabei eine Gruppenstärke von 2 bis 3 Schülern herausgestellt. Jede Gruppe sollte mit einer Station und einem PC mit FluidSIM® ausgestattet sein.

Vor Beginn der Gruppenarbeit ist eine allgemeine Einführung in den Umgang mit FluidSIM®, den Anschluss der Stationen an den PC und auch in die Funktion der wichtigsten Komponenten sinnvoll. Ebenso müssen die Schüler mit den Sicherheitshinweisen vertraut gemacht werden!

Die Projektarbeit kann eingeleitet werden mit einer Einführung in bestimmte Themen, wie z.B. Sensorik, Pneumatik, Schaltungs- oder Programmiertechniken. Dabei kann auf die Informationen im Theorieteil, auf die mitgelieferte Powerpoint-Präsentation und die Animationen auf CD-ROM und in FluidSIM® zurückgegriffen werden.

Die Informationen können in einem Lehrervortrag dargebracht werden oder durch die Schüler selbst in Form von Referaten. Insbesondere für die Schüler kann auch das Internet eine gute Informationsquelle sein. Hier sei insbesondere auf die Online-Ezyklopädie Wikipedia verwiesen.

Alternativ kann die Erarbeitung der zur Bearbeitung der Aufgaben notwendigen Informationen auch im Rahmen der Projektarbeit durch die Schüler selbst erfolgen. In diesem Fall ist es besonders sinnvoll, die Ergebnisse im Rahmen von Referaten nach Abarbeitung der Aufgaben präsentieren zu lassen.

Dies ist insbesondere deshalb wichtig, weil die Lerninhalte bei den verschiedenen Stationen zwar ähnlich, aber nicht völlig gleich sind. Durch die Referate kann sichergestellt werden, dass alle Schüler den gleichen Wissenstand haben.

Die Aufgaben werden zunehmend anspruchsvoller. Tabelle 7.1 gibt einen Überblick über die Lernziele der Aufgaben.

Insgesamt lässt sich sagen, dass das Stapelmagazin die Station mit den einfachsten Aufgaben ist und das Handling die komplexesten Aufgaben bereithält. Die Station Transportband ist in der Mitte angesiedelt.

Die Bearbeitungszeit je Aufgabe kann je nach Schwierigkeitsgrad, Schultyp, Jahrgangsstufe oder Vorbereitung zwischen 1 und 4 Schulstunden liegen.

Nr	Stapelmagazin	Nr	Transportband	Nr	Handling
1.1	Komponenten und ihre Funktion	2.1	Komponenten und ihre Funktion	3.1	Komponenten und ihre Funktion
1.2	Kennenlernen Symbole und Komponenten	2.2	Kennenlernen Symbole und Komponenten	3.2	Kennenlernen Symbole und Komponenten
1.3	Funktion Komponenten	2.3	Kennenlernen Symbole	3.3	Kennenlernen Schaltpläne
1.4	Prinzipskizzen, techn. Zeichnungen und Schaltpläne	2.4	Einführung Sensoren	3.4	Prinzipskizzen, techn. Zeichnungen und Schaltpläne
1.5	Auswahl Zylinder und Ventile, Schaltplanerstellung, Ansteuerung einfachwirkender Zylinder	2.5	Gleichstrommotor, Ansteuerung	3.5	Auswahl Ventil und Betätigungslement, Drosselung von Zylindern, Näherungsschalter, Ansteuerung doppeltwirkender Zylinder
1.6	Prinzipskizzen, Schaltpläne, Drosselung von Zylindern, Steuerung doppeltwirkender Zylinder	2.6	Logische Verknüpfungen	3.6	Logische Verknüpfungen
1.7	Schaltungen mit Relais und Zeitrelais, und-Verknüpfung	2.7	Einfaches Programm mit Logikbausteinen	3.7	Einfache Schrittketten mit Logikbausteinen
1.8	Näherungsschalter, einfache Schrittketten mit Relais	2.8	Komplexes Programm mit Logikbausteinen	3.8	Komplexe Schrittketten mit Logikbausteinen

Tabelle 7.1: Inhalt der Musteraufgaben

7.2.3 Alternativszenario zur Gruppenarbeit

Natürlich wird es nicht immer möglich, einer Gruppe von 2 bis 3 Schülern je eine Station zur Verfügung zu stellen. Gruppengrößen über 3 Schüler haben sich nicht als effizient erwiesen. Bei mehr als 3 Schülern pro Station wird daher ein anderes Vorgehen empfohlen:

- Einführung und Werkbesichtigung (alternativ Video) wie in Kapitel 7.2 beschrieben.
- Anstelle der Gruppenarbeit arbeiten die Schüler die Arbeitsblätter theoretisch durch, erstellen ihre Lösungen in FluidSIM® und testen diese mit der Station erst dann, wenn die Lösung in der Simulation korrekt funktioniert.
- Bei diesem Vorgehen können die Schüler allein oder in Gruppen von 2 Schülern sinnvoll arbeiten. Jeder Schüler (bzw. die Gruppe) sollte einen PC mit FluidSIM® zur Verfügung haben.
- Nachteil dieser Lösung ist selbstverständlich, dass die Schüler sehr wenig Gelegenheit haben, mechanische Änderungen an den Stationen vorzunehmen. Der Unterricht ist dann sehr stark auf den Programmieraspekt beschränkt.
- Vorteil ist, dass problemlos bis zu 20 Schüler mit drei Stationen arbeiten können. Weiterhin arbeiten die Schüler alle an der gleichen Aufgabe.

7.2.4 Nachbereitung und Bewertung

Nach Durcharbeiten der Projektaufgaben sollte eine Reflexionsphase erfolgen. Dabei können die Schüler, falls noch nicht geschehen, die Erkenntnisse hinsichtlich der Funktionsweise der Stationen, der in den Stationen genutzten Sensoren, Aktoren und Steuerungsalgorithmen vorstellen und gemeinsam einen Vergleich zwischen den Stationen ziehen.

Dabei sollte die Erkenntnis gewonnen werden, dass in automatisierten Systemen immer Sensoren, Aktoren und Steuerungen zusammenwirken.

Ebenso ist es sinnvoll, die gewonnenen Erkenntnisse zu spiegeln mit den Ergebnissen, welche in der Vorbereitungsphase gesammelt wurden.

Gleichzeitig können in dieser Phase Ideen für weitere Projekte gesammelt werden. Anregungen dazu enthält das nächste Kapitel.

7.2.5 Weiterführende Projekte

Die mitgelieferten Aufgabenblätter sind als Einführung in das Thema Automatisierung gedacht. Sie zeigen, wie die Stationen arbeiten und wie sie programmiert werden.

Die Aufgabenstellungen in den mitgelieferten Aufgaben sind sehr „techniknah“ formuliert, d.h. die technische Lösung wird unmittelbar angesprochen. Die Aufgaben können aber realitätsnäher werden, indem der Lehrer als „Kunde“ auftritt und eine Gruppe von Schülern beauftragt, eine Station (oder eine „Fertigungslinie“) mit einer bestimmten Funktionalität zu liefern. Die Schüler müssen dann die gesamte Projektplanung, Durchführung und Dokumentation (z.B. auch mit Bedienungsanleitung) liefern und das „Produkt“ dem Kunden übergeben. Dies kann z.B. in Form einer Präsentation geschehen.

Für solche Aufgabenstellungen gibt es keine Musterlösung und sollte es auch keine geben. Es gibt normalerweise immer mehrere Möglichkeiten, eine technische Aufgabenstellung zu erfüllen. Die Bewertung sollte anhand von Kriterien erfolgen wie:

- Funktion (wurde die technische Funktion erfüllt)
- Wirtschaftlichkeit (welcher Aufwand wurde betrieben)
- Termineinhaltung (wurde der Terminplan eingehalten)
- Dokumentation (existieren Schaltpläne, Skizzen, Stücklisten, Programme, Bedienungsanleitungen, je nach Aufgabenstellung)
- Projektmanagement, Teamarbeit (Wie haben die Schüler zusammengearbeitet? Waren alle Schüler der Gruppe eingebunden oder hat ein Schüler alles gemacht?)

Hier eine (nicht abschließende) Auflistung von Projektideen, welche über die mitgelieferten Aufgaben hinausgehen, mit einer Andeutung der technischen Lösung. Dabei kann man unterscheiden zwischen der Erweiterung der Funktionalität einzelner Stationen und der Verknüpfung mehrerer Stationen zu einer Fertigungslinie.

Erweiterung der Funktionalität von Stationen
Meist wird dies durch zusätzliche (von anderen Stationen entnommene) Komponenten geschehen oder durch veränderte Programme.
Hier einige Beispiele für die Erweiterung von Stationen:

- Warnung bei leerem Magazin bei Station Stapelmagazin
  - Füllstandsüberwachung mit Lichtschranke
- Ausschieben neuer Werkstücke nur, solange Stapelmagazin gefüllt
  - Füllstandsüberwachung mit Lichtschranke
- Warnung bei falsch eingelegten Teilen in Station Stapelmagazin
  - Überwachung mit induktivem Sensor (metallische Werkstücke)
- Band mit Pufferfunktion (ein Teil x sec anhalten)
  - Anbau der Weiche an der gegenüberliegenden Bandseite
- Erweiterung des Bandes um eine Stempelfunktion
  - Anbau Stempeleinheit am Band, Umbau
- Y-Achse der Station Handling mit Stopp bei halbem Hub
  - Magnetschalter aus Station Stapelmagazin zur Erkennung der Position in Zylindermitte, Ansteuerung durch zwei 3/2-Wege-Magnetventil, um Stoppen zu können.

Neben den angedeuteten Umbauten muss natürlich jeweils ein passendes Programm erstellt werden.

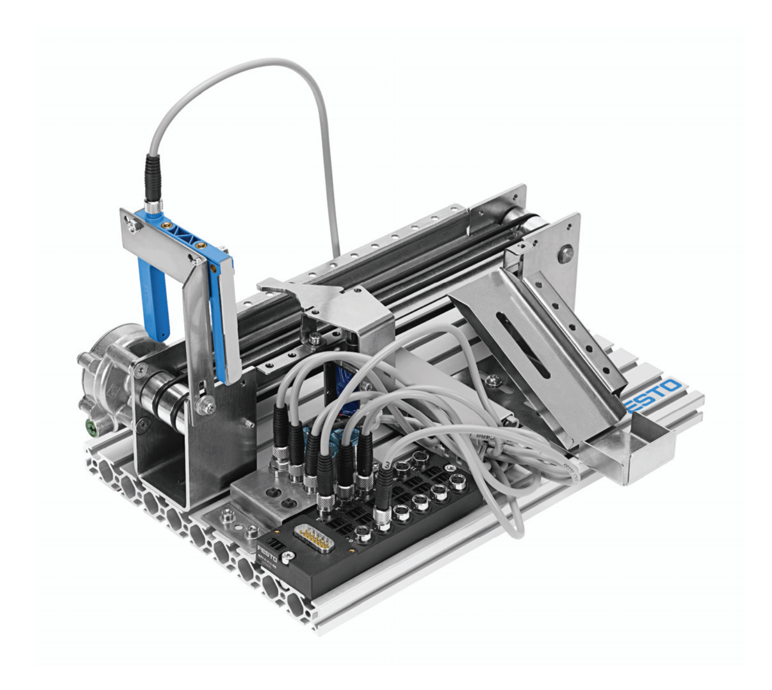


Abbildung 7.1: Band mit Stopperfunktion

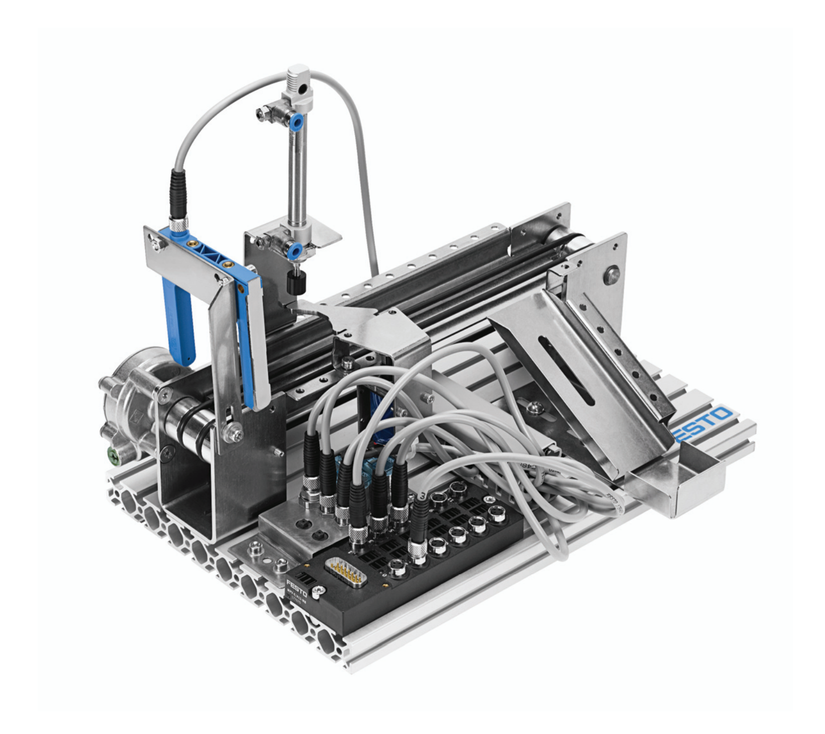


Abbildung 7.2: Band mit Stempelfunktion

Zusammenfügen der Stationen zu einer Produktionslinie
Bei dieser Aufgabe müssen die Schüler die Schnittstellenprobleme lösen. Die Komponenten müssen so ausgerichtet werden, dass eine mechanische Übergabe der Werkstücke möglich ist. Ebenso wichtig ist die datentechnische Kopplung der Stationen. Da die Stationen von unterschiedlichen PCs gesteuert werden, muss durch einen Datenaustausch sichergestellt werden, dass jede Steuerung weiß, wann welche Aktion gefragt ist.



Abbildung 7.3: Kopplung mehrerer Stationen

Sollen eine oder mehrere Stationen gekoppelt werden, muss ein Datenaustausch zwischen den Stationen stattfinden können. Für den Datenaustausch zwischen den Stationen gibt es prinzipiell drei Möglichkeiten:

1. Die Steuerung von zwei Stationen geschieht über nur einen PC. Dazu müssen aber alle Signale beider Stationen auf einen Multipolverteiler verdrahtet werden.
2. Sensoren auf den Stationen erfassen, wenn Werkstücke in den Bearbeitungsbereich gelangen oder diesen verlassen. In diesem Fall arbeiten die Stationen eigentlich unabhängig voneinander. Bei der Programmierung ist darauf zu achten, dass keine Kollisionen auftreten können.
3. Datenaustausch zwischen den Steuerungen. Dazu wird ein spezielles Kabel zwischen einem Eingang eines Multipolverteilers zu einem Ausgang des anderen Multipolverteilers gesteckt. Wird der Ausgang aktiviert, kann die andere Steuerung dies wie ein Sensorsignal verarbeiten. Damit ist eine einfache Kommunikation zwischen den Steuerungen möglich.

8 Arbeit an Projekten

8.1 Ziele des Projektunterrichts

Der Projektunterricht ist eine komplexe Unterrichtsform, in der nach einer nicht zwingend verbindlichen didaktischen Konzeption mit Projekten gearbeitet wird. Das Projekt selbst ist für die Auszubildenden das Ziel, auf das alles Tun gerichtet ist. Für den Ausbilder ist es nur das Mittel, um die Lernenden zu animieren, etwas selbständig zu tun (z. B. Planen, Durchführen und Auswerten). Der Projektunterricht ist eine Form des handlungsorientierten Unterrichts. Er bietet die Möglichkeit, über die rein fachliche Ebene hinaus handelnde Denkstrukturen aufzubauen. Der Projektunterricht dient somit der umfassenden Ausbildung von Handlungskompetenz.

Zur Gestaltung eines für die Schüler individuellen und differenzierten Lernprozesses sollten die Aufgaben- und Problemstellungen für den Projektunterricht umfangreich, aber vor allem exemplarisch aus der Sicht der Praxis oder der Erfahrungswelt der Schüler sein.

Im Projektunterricht wird meist nach einem bestimmten Ablaufplan gearbeitet, der in verschiedene Phasen gegliedert ist. Es steht dem Lehrer dabei frei, ob er sich genau an diese Vorschläge hält, oder ob er situationsbedingt Änderungen oder Verkürzungen vornimmt.

8.2 Merkmale des Projektunterrichts

Unterrichtliche Projektbearbeitung als offener Unterricht erfordert vom Lehrer, die Ablaufstruktur immer in Abhängigkeit vom Projektgegenstand, dem Leistungsvermögen der Schüler und den Bedingungen, unter denen das Projekt bearbeitet werden soll, grob vorzuzeichnen. Zumindest gilt es eine Rahmenablaufstruktur zu entwickeln.

Eine Unterrichtssituation kann als offen bezeichnet werden, wenn der Lerninhalt sowie die Art und Weise seiner Aneignung nicht vorgegeben sind und durch die Schüler verschiedene selbst bestimmte Lösungswege beschritten werden können.

Der Begriff „Projektunterricht“ wird in der schulischen Praxis oftmals sehr großzügig verwendet. Dabei gibt es Merkmale, die das Unterrichtsverfahren Projekt bestimmen und beschreiben. Der Projektunterricht ist nicht an die Einhaltung aller Merkmale gebunden, aber er sollte einen großen Teil dieser Merkmale enthalten:

Der Projektunterricht ist praxisrelevant.
Die Schüler sollten im Projektunterricht die Einheit von Theorie und Praxis erkennen. Dabei ist es unerheblich, ob sie diese Einsicht bereits zu Beginn der Projektarbeit besitzen oder ob die Erkenntnis erst durch die Handlungserfahrung während der Projektbearbeitung gewonnen wird.

Der Projektunterricht ist interdisziplinär.
Die hohe Komplexität des Projektunterrichts fordert die Einbeziehung mehrerer wissenschaftlicher Disziplinen bzw. mehrerer Fächer. Dabei sind die Technikwissenschaften an sich mehrdimensional und rücken das kreative Problemlösen in den Zielfokus. Sie gehen von der Zweck- Mittel- Betrachtung aus und orientieren sich am naturgesetzlich Möglichen, dem ökonomisch Vernünftigen, dem ökologisch Vertretbaren sowie dem human Wünschbaren. Anders ausgedrückt: die Triebkraft der technischen Projektbearbeitung sind menschliche Bedürfnisse und technisches Handeln ist somit immer ein Handeln im Zielkonflikt.

Der Projektunterricht fördert die Selbstorganisation, die Selbstverantwortung sowie das durchdachte und geplante selbständige Arbeiten der Lernenden.
Die Lernenden sind während des Projektunterrichts weitestgehend auf sich selbst gestellt. Sie sind gezwungen, ihre Arbeit selbständig zu planen, durchzuführen sowie auszuwerten und dadurch ihren eigenen Lern- und Arbeitsstil zu entwickeln. Der Lehrer steht im Hintergrund, er ist vorrangig Moderator, Beobachter und ggf. Berater, wenn dies gewünscht wird oder aus Sicherheitsgründen erforderlich ist.

Der Projektunterricht verlangt und fördert verschiedene Sozial- und Organisationsformen.
Vor allem die Gruppenarbeit, die gruppengeplante Einzelarbeit und die selbstgesteuerte Einzelarbeit werden durch den Projektunterricht gefördert. Die jeweilige Organisationsform kann vom Lehrer bewusst gesteuert werden oder sie entwickelt sich spontan aus der Situation heraus. Eine Projektbearbeitung im Unterricht muss, in Abhängigkeit vom Projektgegenstand, unterschiedlich organisiert werden.

Als zweckmäßig haben sich die vier folgenden Varianten erwiesen:

- Parallelarbeit mehrerer Teams, die das gleiche Projekt bearbeiten
  Für alle Teams bestehen bei dieser Organisation die gleichen Bedingungen. Die unterschiedlichen Projektlösungen werden abschließend bewertet.
- Getrennt-gemeinschaftliche Teamarbeit am gleichen Projekt
  Die Gruppen bearbeiten das gleiche Projekt in der Anfangsphase getrennt. Jede Gruppe stellt ihr Ergebnis vor. Es wird gemeinsam entschieden, welcher Lösungsvorschlag realisiert wird. Gemeinschaftlich wird das Projekt zu Ende geführt.

- Gemeinschaftlich-getrennt-gemeinschaftliche Bearbeitung des gleichen Projekts
  Alle Schüler diskutieren den Projektgegenstand und die Varianten zu seiner Bearbeitung. Das Gesamtprojekt wird erschlossen, die zu lösenden Teilaufgaben und Probleme werden festgelegt. Die Teams entscheiden selbst, welches Teilproblem sie lösen wollen. Jedes Team stellt seine Lösung der Klasse vor. Nach einer Bewertungsrunde erfolgt die Fertigstellung des Projekts gemeinschaftlich.
- Parallelarbeit mehrerer Teams, die jeweils unterschiedliche Projekte bearbeiten
  Bei einer solchen Organisation der Projektarbeit müssen geeignete Projekte ausgewählt und an bereits bestehende Teams übertragen werden. Die Projektthemen dürfen dabei die Leistungsfähigkeit der Teammitglieder aber weder unter- noch überfordern. Sie müssen dem Leistungsniveau der jeweiligen Gruppe entsprechen.

Der Projektunterricht enthält Problemlösungsprozesse.
Ein wichtiges Merkmal des Projektunterrichts ist, dass der Lernende zur Realisierung seines konkreten Handlungsziels einen oder mehrere Problemlösungsprozesse von der Vorbereitung bis zur praktischen Realisierung des gelösten Problems durchläuft. Während der Problemlösung muss der Lernende Gebrauch von seinem vorher erworbenen Wissen und Können machen und auch neue Fähigkeiten und Fertigkeiten erwerben.

Der Projektunterricht ist zweck- und zielorientiert.
Mit jeder Handlung in der Technik wird ein Ziel verfolgt. Für die Schüler ist der Projektgegenstand, z.B. eine Steuerung zur Automatisierung eines Prozesses, das Ziel. Erkennen sie, dass zum Erreichen dieses Ziels neue fachliche Kenntnisse erforderlich sind, so sind sie intrinsisch motiviert, sich die erforderlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten selbständig anzueignen, weil sie für sich deren Wert zur Erreichung des Ziels erkennen.

Für den Lehrer spielt der Projektgegenstand an sich nur eine untergeordnete Rolle, er ist ein Mittel zum Zweck, ein Medium, an dem die Schüler arbeiten und lernen sollen und das dazu beiträgt, die Bildungs- und Erziehungsziele zu verwirklichen. Letztlich geht es immer um die Entwicklung von Handlungskompetenz und deren Teilkompetenzen bei den Schülern.

8.3 Phasen des Projektunterrichts

Um ein Projekt wirklich selbständig durchführen zu können, müssen die Schüler nicht nur über bestimmte fachliche, sondern mindestens im gleichen Maße über methodische Kompetenzen verfügen. Sie sollten bereits eine gewisse Erfahrung beim selbständigen Lösen von Problemen besitzen. Das bedeutet, die Schüler:

- kennen Problemlösungsstrategien, ihre Stufen vom Erkennen des Problems bis zur Bewertung der Lösung,
- besitzen grundlegende Problemlösefähigkeiten,
- haben Selbstvertrauen im Umgang mit Problemen ausgeprägt,
- verfügen über die Bereitschaft, den Willen und die Beharrlichkeit zur Auseinandersetzung mit Problemen auch bei Rückschlägen.

Das Stufenmodell des Problemlösungsprozesses kann eine Hilfe für die Planung und Durchführung des Projektunterrichts sein, wobei es dem Lehrer vorbehalten bleibt, gegebenenfalls von diesem Modell abzuweichen.

8.3.1 Aufdecken und Verstehen des Problems (Vorbereitungsphase)

In dieser Vorbereitungs- oder Informationsphase geht es um die Klärung der Problemstellung im Idealfall, also das Finden der Projektidee und die Ableitung der konkreten Projektaufgabe durch die Schüler. Das Projektziel muss definiert werden. Wenn es für die Lernenden der erste Projektunterricht ist, müssen vom Lehrer in dieser Phase auch alle Informationen über Zweck und Durchführung von Projektarbeit gegeben werden. Die Vorbereitungsphase sollte zeitlich möglichst kurz gehalten werden, um die Motivation der Schüler nicht "verpuffen" zu lassen.

8.3.2 Bestimmen möglicher Lösungswege (Evaluationssphase)

In der Evaluationssphase müssen die Schüler mögliche Lösungswege zum Ziel eruieren und gegeneinander bewertend abwägen. Die Lösungsvarianten müssen mit den eigenen materiellen wie personellen Möglichkeiten und Kompetenzen verglichen werden. Eine dann gewählte Lösungsvariante stellt immer einen gewissen Kompromiss zwischen dem technisch Gewollten, dem ökonomisch Vertretbaren und dem von den materiellen wie personellen Bedingungen Machbaren dar.

8.3.3 Planung eines Lösungsweges (Planungsphase)

In der Planungsphase besteht für die Lernenden die Aufgabe darin, den kompletten Ablauf, d. h. die Teillösungsschritte auf dem Weg zum Ziel, zu planen und zu organisieren. Dazu gehören sowohl die materielle Planung (Werkzeuge, Werkstoffe, Hilfsstoffe) als auch die personale Planung (Anzahl an Gruppen, Größe und Zusammensetzung der Gruppen). Es können Teilprojektziele definiert, Methoden zu deren Lösung fixiert und (Teil)Projektgruppen zur Lösung konkreter Teilaufgaben gebildet werden.

8.3.4 Realisierung der Projektlösung (Interaktionsphase)

Während der Interaktionsphase arbeiten die Lernenden in den Teilprojektgruppen gemäß dem vorher festgelegten Ablauf an der Lösung der Teilprojektziele. Alle benötigten Informationsquellen müssen zur Verfügung stehen bzw. für die Gruppen erreichbar sein. Dies ist die wesentliche Aufgabe des Lehrers in dieser Phase der Projektarbeit. Die Ergebnisse sollten von den einzelnen Gruppen schriftlich festgehalten werden und für die Präsentation vorbereitet werden.

8.3.5 Bewerten der Problemlösung (Präsentationsphase)

In der Präsentationsphase stellen die Mitglieder der einzelnen Teilprojektgruppen dem ganzen Projektteam bzw. der Klasse ihre Arbeitsergebnisse vor. Neben der Vorstellung des konkreten Handlungsproduktes (z. B. fertige Steuerung) sollte jede Gruppe auch einen Erfahrungsbericht über das Vorgehen in der Gruppe, über eventuelle Fehler und Probleme und deren Lösung geben. Der Lehrer ist in dieser Phase hauptsächlich als Moderator gefragt.

Wenn mehrere Lösungsvarianten erarbeitet wurden, sollten diese bewertet und eine Entscheidung für die beste Lösung getroffen werden. Diese Lösung muss mit dem in der Planungsphase definierten Projektziel verglichen werden. Im Anschluss können ein Erfahrungsaustausch und eine Bewertung der gesamten Projektarbeit stattfinden. Aus diesem Abschlussgespräch können dann neue Ablauf- und Organisationsstrukturen für ähnlich gelagerte Projektarbeiten entstehen.

Die Lösung eines Problems durch Projektarbeit fördert nicht selten das Entstehen neuer Probleme für die Schüler auf einer höheren Erkenntnisebene und mit gewachsenen Ansprüchen sowohl an die eigenen Fähigkeiten wie Fertigkeiten als auch an das Ergebnis des neuen projektorientierten Problemlösungsprozesses. Mit jeder realisierten Projektarbeit erhöht sich die Handlungskompetenz der Schüler.

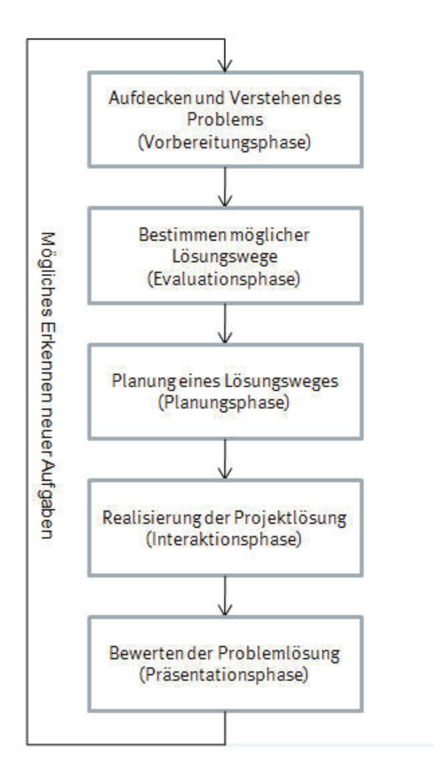


Bild 8.1: Phasen des Projektunterrichts